

原 著

漏斗胸手術前後の呼吸機能とアンケート調査

東京女子医科大学 形成外科（主任：平山 峻教授）

フクイ マコト フジマキ エイコ ノザキ モトヒロ ヒラヤマ タケシ
福井 誠・藤巻 英子・野崎 幹弘・平山 峻

同・第1内科

コン ノ キミ オ
金 野 公 郎

（受付 昭和61年4月4日）

Respiratory Function of Funnel Chest Patients before and after Surgery

Makoto FUKUI, M.D., Eiko FUJIMAKI, M.D., Motohiro NOZAKI, M.D.
and Takeshi HIRAYAMA, M.D.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Tokyo Women's Medical College

Kimio KONNO, M.D.

Department of Internal Medicine, Tokyo Women's Medical College

Since 1975 up to the present, the authors have performed 148 cases with funnel chest deformity by using microsurgical vessel anastomosis. In this paper, our operative method, observation of respiratory function and questionnaire are to be reported.

1. Operative method:

Our operative method is sternum turn over with a living tissue transfer by using internal thoracic artery and vein-microsurgical anastomosis to prevent secondary deformity in the minimum degree.

2. Results of respiratory function:

a. Pre-operative respiratory examination

Residual volume shows marked increased value comparing with normal.

Under the age of 16 year old --- 1.16 ± 0.43^L

Over the age of 16 year old --- 3.05 ± 0.82^L

b. Pre- and post-operative respiratory examination

1) The result of pre- and post-operative examinations are observed.

One group is observed at pre- and post-operative conditions within one year (mean 4.4 months), the other group is more than one year (mean 2 years and 7 months), volume capacity under the age of 16 year old reveals increase at post-operative condition than the value of pre-operative one, volume percentage in the same group shows decreased value at post-operative condition, might be contributed by children's growth.

Volume capacity over the age of 16 year old reveals decreased value at post-operative condition.

2) MMF, CVI and \dot{V}_{50}

Although those results in entire cases within one year process reveals markedly decreased value at post-operative condition which change gradual recovery after one year's post-operative progress.

3. Questionnaire:

20 cases at post-operative condition, selecting at random are sent with questionnaire.

70% of all cases express their desires pre-operatively to have cosmetic improvement by our operation, so our method is believed to be indicated for the adult as well as children on growth. From our results of respiratory examination and questionnaire, our method is just indicated for only cosmetic purpose to relieve patient's anxiety from the deformity of the thoracic wall and to be able to adapt for his better social life after the operation.

はじめに

漏斗胸とは前胸壁の陥没変形の状態をいい、本症もっとも対称的な胸郭変形症例は、前胸壁の突出であり、これを Pigeon breast と呼んでいる。漏斗胸の発生頻度は、0.3%前後と報告され、男女発生率は3対1（時に4対1）の割合でみられる。漏斗胸発生原因は、胸骨靱帯、横隔膜中心腱の短縮説、肋骨過成長説、胸壁構造の欠陥説、その他いろいろと述べられてはいるが、実際のところは不明である。著者らは、胸郭の不安定構造に起因して、漏斗胸陥没変形が二次的に発現するものと考えている。

対象と方法

昭和50年5月から、昭和60年4月にいたる10年間に、著者らは漏斗胸例178例を診断し、それらの中、著者らの考案した胸肋骨翻転法及び内胸動静脈吻合下吻合法¹⁾²⁾を148例に対し施行した。

今回は著者らの考案した手術及びその結果について報告するとともに、これら手術施行例中アトランダムに撰出した20例の漏斗胸について呼吸機能検査として、スパイログラム、フローボリューム曲線、呼吸抵抗、換気力学などを、また同様に無作為的に選出した30例にアンケート調査を手術後に行なって、状態を観察したので報告する。

1. 著者らの手術法

漏斗胸の手術法は、従来 Brown³⁾⁴⁾、Lester⁵⁾⁶⁾、Ravitch⁷⁾、Wooler⁸⁾らにより種々の方法が改良され、報告されてきたが、軽度漏斗胸症例はともかくとしても、中等度、高度変形例に対する手術法は、変形部を根治的に矯正しうる胸肋骨翻転法が、最もすぐれた手術法であると、著者らは考えている。昭和50年初期には、単純な胸肋骨翻転法を6例施行してみたが、本法による手術結果は、手術直後ではほとんど理想に近い矯正位が保たれていたが、何れの症例も手術後2～3年を経過すると、著しい再陥没変形を現わした。これら変形の原因は、翻転骨部の線維化現象によることが、骨生検、骨髓穿刺、骨シンチグラム検査の結果明白となったので、著者らはこれらの手術後二次変形防止を目的とした内胸動静脈吻合法を考案し現今まで施行し良い結果を得ることができた。

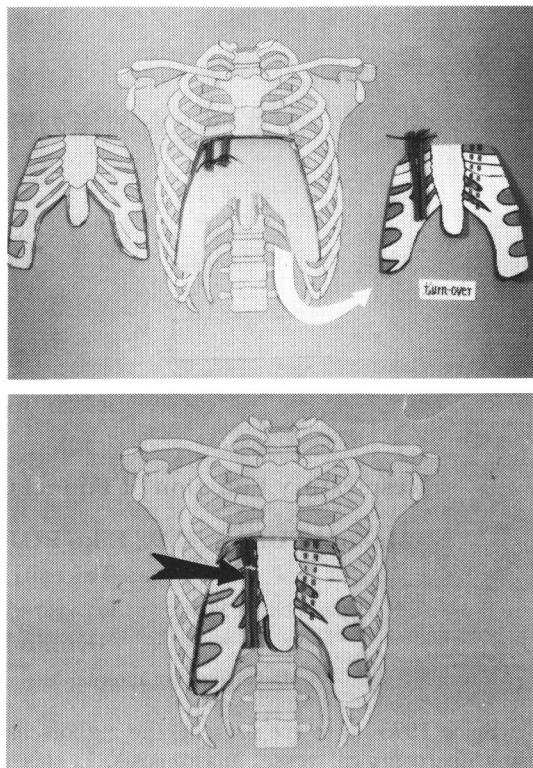


写真1 われわれの手術法。a) 胸肋骨翻転法プラス内胸動静脈吻合法。b) 内胸動静脈吻合（矢印）

1) 手術法（写真1）

陥没変形部を中心とした上下に走る Lazy-S 型皮膚切開法を行なう。その理由としては、手術後肥厚性瘢痕形成の予防のためである。

次に大小胸筋を、それらの附着部から剝離する。この際十分な止血操作を行なうことが大切である。

胸壁の変形肋骨部を、上方から（通常第3から第4肋骨部が多い）下方の肋骨弓に向って、胸壁肋膜を剝離後、肋骨を切断する。同様の手術操作を健側部にも行なう。

肋骨弓部から剣状突起を切断し、腹直筋を前胸壁から遊離する。つぎに両肋骨弓切断部を胸骨を含んだ骨ブロックとして挙上し、前胸壁裏面から胸壁肋膜を順次頭側に向って剝離して行く。

健側肋膜は、肺尖端部に近くまで剝離した後、同側の内胸動静脈を、鎖骨下動静脈に近接した部位で、結紮後切断する。結紮された末梢側内胸動

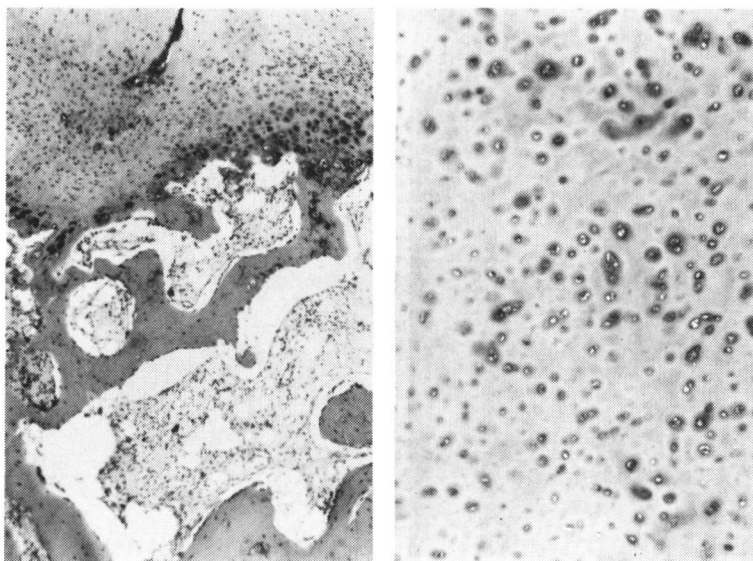


写真2 骨生検(a)、軟骨生検(b)像。手術後1年頃に肋骨矯正位のため使用したKirschner-wire 抜去時に骨、軟骨生検を行なう。何れも生存像を示す。

静脈を、さらに末梢側に向って胸骨変形部の肋間腔下まで(この部位で胸骨を横状切断する予定線)剥離し、動静脈索として、後の吻合血管として保存しておく。

患側内胸動静脈は、切断予定部の骨ブロック末梢側で結紮、切断した後、健側とは反対に、頭方(上方)に向って動静脈索として剥離する。

次に変形胸部を横方向に切断すると、骨ブロックは前胸壁から遊離されることとなる。切断・遊離された骨ブロックを前胸壁から取りはずし翻転位で、変形骨部を矯正し Kirschner Wire を挿入、固定する。

骨ブロックを前胸壁もとの位置にもどし、各断端を wire で縫合、固定する。最後の手術操作として、右側前胸壁上端部において内胸動静脈の各々を顕微鏡下吸合を行ない、胸骨下、両胸腔に各々ドレーンを挿入して手術を終了する。

2) 施行した諸検査

著者らは、本手術法施行前後に、Indium Chloride¹¹¹を用いた骨髓機能テスト、骨生検、呼吸機能検査などを全例に行なった。

これらの検査中、Indium Chloride¹¹¹の up-take は手術後例で良好であり、さらに骨髓穿刺法によ

る骨髓細胞及び骨生検による切断骨部の明らかな生存状態を確認した(写真2)。

以上の手術前後の諸検査結果から、著者らの考案した胸肋骨翻転プラス内胸動静脈吻合法は、手術部の骨移動に際し、Living tissue transfer が可能な方法であると考えている。

したがって本法は、成人は勿論のこと、成長期にある幼小児患者に対しても適応した手術法であるといえよう。

症例1(写真3): 7歳、男児、漏斗胸例、手術前の状態及び著者らの手術法による手術後1年半の状態を示す。

症例2(写真4): 8歳、女児、手術前及び手術後2年の状態を示す。

2. 呼吸機能検査

呼吸機能検査としては、スパイログラム^{9)~13)}—Chest 社, Osp-3 型使用, 呼吸抵抗計—日本工電社, Flow volume 曲線—三和製器工業, OsT-70型, 換気力学—Hewlett Packard 社, 47303型, ガス分析法—Digital pneumotach を使用して、無作為的に選出した漏斗胸患者20例に対し、手術前、手術後の検索を行ってみた。さらにそれぞれの測定値について、平均値および標準偏

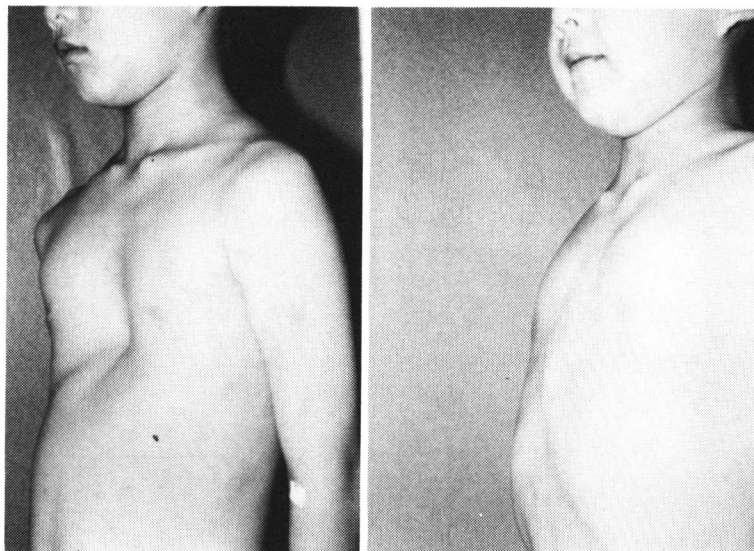


写真3 a) 7歳, 男児, 漏斗胸症例. b) 胸肋骨翻転
プラス内胸動静脈吻合術施行, 1年後の状態

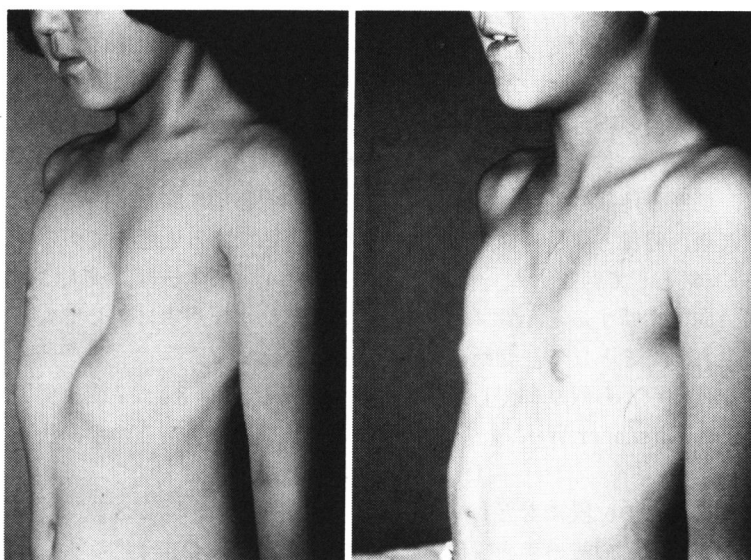


写真4 a) 8歳, 女子, 漏斗胸症例. b) われわれの
手術法施行2年目の状態

差を求め, 正常値と比較してみた。(表1).

結 果

症例を16歳未満, 16歳以上の2群に分けて検討を行なった.

図表1は, これら症例のVC, %VC, FEV_{1.0}%, MMF, CVI, Pf, \dot{V}_{50} , \dot{V}_{25} , $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ RRの手術前,

手術後1年以内(平均4.4カ月), 1年以降(平均2年7カ月)経過した測定値を示す. 以下特徴的な値について述べてみる.

1. RV(残気量)について(図1)

16歳未満, 16歳以上, 各々について正常予測値を比較したところ, 両群とも著明な増加を示した.

表1 漏斗胸手術例の術前・術後における呼吸機能検査結果

	<16yrs. n=9			16yrs. ≤ n=11		
	術 前	術後1年以内	術後1年以上	術 前	術後1年以内	術後1年以上
① VC	1.60±0.24	1.57±0.25	2.07±0.32**	3.88±0.72	3.15±0.51**	3.55±0.54**
② %VC	88.22±11.11	81.89±14.10	77.11±12.21	95.73±12.75	79±8.52**	89.36±7.26*
③ FEV _{1.0} %	81.22±9.85	23.0±10.46	82.56±8.69	84.91±9.67	86.73±8.09	85.36±9.62
④ MMF	1.45±0.73	1.55±0.72	1.79±0.80	3.55±1.24	3.04±0.87*	3.44±1.29
⑤ CVI	0.97±0.20	0.84±0.18	0.84±0.19	1.07±0.20	0.91±0.13*	0.98±0.20
⑥ Pf	2.71±1.07	2.68±0.99	3.87±1.34	7.77±2.43	7.23±2.26	8.52±2.48
⑦ \dot{V}_{50}	1.67±0.89	1.64±0.81	1.73±0.76	3.83±1.33	3.37±1.22*	3.58±1.34
⑧ \dot{V}_{25}	0.71±0.32	0.64±0.34	0.91±0.48	1.88±0.86	1.63±0.71	1.82±0.96
⑨ $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$	2.29±0.52	2.63±0.52	2.37±0.46	2.16±0.40	2.22±0.60	2.13±0.47
⑩ RR	6.44±1.16	6.48±1.70	6.01±1.44	2.98±0.73	2.85±0.61	2.89±0.65

** p<0.01
他は有意差なし

* p<0.05
** p<0.01
他は有意差なし

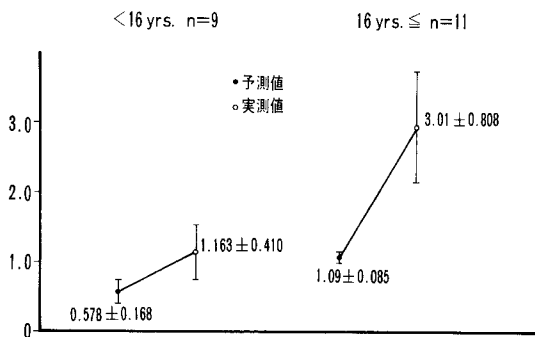


図1 RV 予測値と術前実測値の比較 予測値は16歳未満には、Weng-Levison の予測式

$$RV(1) = 0.033 \times e^{0.021 \times \text{height (cm)}} \pm 11.2\%$$

16歳以上には西田の予測式

$$\text{♂ } RV(1) = (0.01 \times \text{age} + 0.55) \times \text{height}$$

$$\text{♀ } RV(1) = (0.009 \times \text{age} + 0.42) \times \text{height}$$

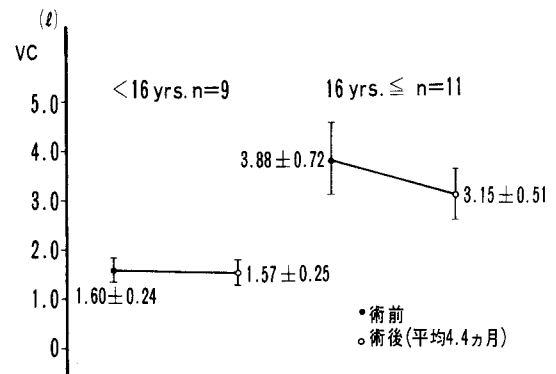
術前値と術後1年以内との値を比較すると、両群ともに有意な差を認めなかった。なお、正常予測式には、16歳未満にはWengら¹⁴⁾の、また16歳以上には西田ら¹⁵⁾の予測式を用いた。

2. TLC について (図2-b)

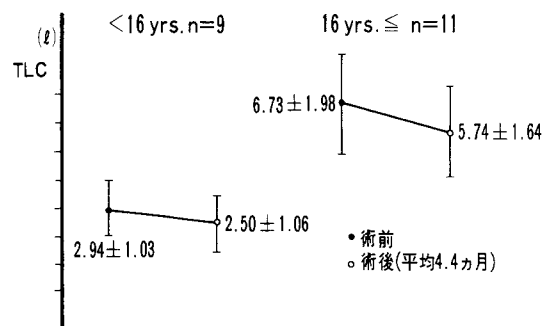
術前及び術後1年以内の値を比較すると、16歳未満では有意差を認めなかったが、16歳以上では、術後有意に低下を認めた (p<0.01)。

3. VC について (図2-a)

術前値に比べて術後1年以内の検査結果では、16歳未満では有意差を認めなかったが、16歳以上では、術後有意に低下していた (p<0.01)。



a



b

図2 a 漏斗胸手術例の術前、術後の TLC の比較
b 漏斗胸手術例の術前、術後の VC の比較

手術後さらに1年以上、平均2年7カ月の観察を行なうと、16歳未満では有意に増加が認められたが、成長因子を考慮した%VCではむしろ低値

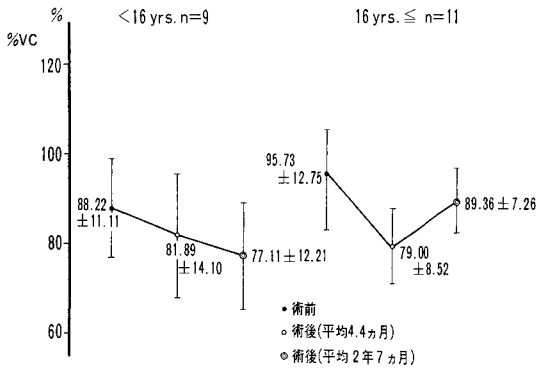


図3 術前, 術後の%VCの比較

となった。しかしながら、統計上の有意差は認められなかった。一方16歳以上では術後1年以上経過しても、有意に低下していた($p < 0.01$) (図3)。

4. その他の測定値について

手術後1年以内では、MMF, CVI, \dot{V}_{50} 測定値は、全症例において、手術前値に比して低下がみとめられたが($p < 0.05$)手術後1年以上経過した状態では、手術前後値の有意差はみられなかった。

その他、FEV1.0%, Pf, \dot{V}_{25} , $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ RR値は手術前, 手術後1年以内, 手術後1年以上の経過状態においても、全例有意差は認められなかった。

アンケート調査

われわれの手術法を施行した全症例中から7歳から31歳までの症例を無作為的に、30例抽出し、アンケート調査を施行した (図4)。

1. 手術を受けた動機について

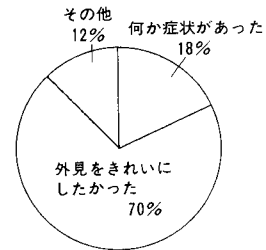
(図4)の〔問1〕に見られるように、患者が手術を受けた動機とは、胸郭の外見が正常人と同じようになりたいこと、及び、手術後の瘢痕もきれいにしたかったという整容的要望が、70%の絶対多数にみられた。

次には、漏斗胸という陥没変形のために、多少なりとも手術前何らかの症状が認められ、手術を受けたら軽快するであろう、との期待をもつもの18%、その他の理由としては、特殊な訴えをした2例をのぞき、約80%近くが整容的な手術結果を望んでいた。

2. 手術後の満足度について

問2) 漏斗胸の手術を受けて良かったと思う

〔問1〕 手術を受けた動機 手術を受けた理由は？



〔問2〕 ロート胸の手術をして、よかったと思っていますか？

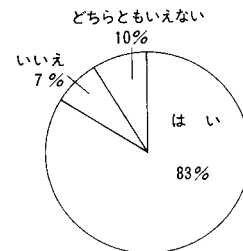


図4 アンケート調査の結果

か。

良かったと思う—83%、どちらともいえない—10%、むしろ否定的な返答は7%にみられた。

問3) きずあとに満足しているか

手術瘢痕はきれいで満足している—43%、まあまあ—50%、もっときれいにしたい7%であった。

問4) 手術後の胸の形(外見)に満足しているか
満足している (きれいでよかった。)—26%、まあまあ—56%、否定的な返答として、もっときれいにしたい—22%がみられた。

3. 手術前の症状について

手術前の症状としては、以下の如くである。無症状のものは80%以上の多数にみられ、症状のあるものでは、風邪をひきやすい—37%、疲れやすい—23%、体重増加が思わしくない—23%、労作時の息切れ、動悸—17%、胸郭の圧迫感、痛み—17%であった。また精神、心理面の点からは、胸の形を気にしていた—83%、性格が内向的と思う—30%であった。

4. 手術後の症状について

風邪をひきにくくなった—91%、疲れにくく

なった—71%，体重が増加した—57%，息切れ，動悸の改善—80%，胸部の圧迫感の改善—100%，精神，心理面の点からは，胸の形が気にならなくなった—72%，性格が積極的になったと思う—67%であった。

しかしながら，手術後新たな訴えとして，胸部の違和感，手術部位の知覚異常が各々40%認められた。

考 察

1. 著者らの手術法について

著者らの手術法とは，胸肋骨翻転法及び一側における内胸動静脈吻合法である。

手術前後に施行した種々の検査法中とくに骨シンチグラム，骨生検，Fluorescein Test などの結果から，本法は Living Tissue Transfer が可能な手術法であることが確認できた。したがって本法は，成人は勿論のこと成長期にある幼小児にも適合した手術法であると考えられる。

2. 呼吸機能検査について

漏斗胸の手術前，手術後の呼吸機能変化についての報告例は，現今までその数もきわめて限られており，報告対象となる症例数も十分でないものが多い。

金野，向井らは，手術前の漏斗胸症例17例（小児6例，成人11例）の呼吸機能観察として，スパイログラフィー， \dot{V} - \dot{V} 曲線，動静脈血ガス分析，肺気量分画，メカニックス，ガス分布，拡散機能及び Konno-Mead 法¹⁶⁾¹⁷⁾による安静換気時の肋骨系 (ΔV_{rc}) 及び，腹壁系気量 (ΔV_{ab}) の分離測定を行ない，それぞれの検査測定値について，平均値及び標準偏差を求め正常値と比較している。それらの測定値は，(表2)のごとくである。

これらの測定値分析の結果，肺気量分画の中 RV 増加が有意であった。この原因として胸郭変形に伴う弾性要素の低下の関与が考えられるという。さらに ΔV_{rc} 及び ΔV_{ab} の分離測定からは正常の換気パターン ($\Delta V_{rc} = \Delta V_{ab}$) を示したものは僅か2例だけであり，多くの症例では $\Delta V_{rc} > \Delta V_{ab}$ または $\Delta V_{rc} < \Delta V_{ab}$ などの異常換気パターンが認められ，漏斗胸変形による換気率の低下が招来される可能性があるという。

表2 肋骨系及び腹壁系気量の分離測定検査結果

対 象	（小児 6例 成人 11例 計17例）
RV	3.09±0.78 L
RV/TLC	44.2±5.6 %
FRC	4.54±0.92 L
MMF	3.50±1.48 L/sec
Rrs	3.46±1.23 cmH ₂ O/L/sec
\dot{V}_{50}	4.16±1.86 L/sec
\dot{V}_{25}	1.89±0.91 L/sec

著者らの症例では，年少群として，16歳未満9例，16歳以上11例の2群に分けて呼吸機能を観察比較してみた。

手術後1年以内の経過においては，両群とも MMF，CVI， \dot{V}_{50} 測定値は，手術前にくらべて有意差 ($p < 0.05$) の低下が認められたが，手術後1年以上の経過時期では，それらの測定値は次第に快復の傾向を示し，統計上有意差が認められないまでになった。

最も特異的な変化を示したのは，VC，RV 値であった。16歳未満群の VC では，手術後1年以上の症例では，手術前とくらべ，増加傾向を示したが，成長に伴う因子を考慮した %VC ではむしろ低値を示した。しかしながら，統計上の有意差は認められなかった。他方16歳以上の11症例では，術後1年以上経過しても有意に低下していた ($p < 0.01$)。

RV 値は術前，正常値と比べ著明な増加を認めたが，術前と術後1年以内の比較では，両群とも統計上有意な差は認めなかった。

RV が増加する原因は，①呼吸筋力の低下，②閉塞性疾患，③胸部コンプライアンスの低下，この3点であり，閉塞性指標が正常値であることから，RV 増加の主な要因として，胸郭コンプライアンスの低下が考えられる。すなわち，漏斗胸においては，低肺気量位では収縮しにくく，これが胸郭コンプライアンスの低下として反映されている状態であるといえよう。

TLC は，術後1年以内において16歳以上の群で有意に低下していた。TLC の低下する原因としては，①肺コンプライアンスの低下，②吸気筋力が

弱い、③胸郭コンプライアンスの低下の3点で、検査結果からは、上記の①、②が認められないため、術後のTLC、低下の要因として胸郭コンプライアンスの低下が示唆される。

著者らの得た結果のうち、16歳以上の群におけるVCの低下は、漏斗胸自体のもつ胸部コンプライアンスの低下と相乗して、手術侵襲による胸部可動性の低下や、呼吸筋機能不全等の影響を受けているといえるかもしれない。16歳未満の年小群では、手術後の経過から、術後侵襲が漸次回復傾向にあると考えられる。

漏斗胸変形の手術的矯正は、呼吸機能面だけから見ると、呼吸機能の改善には直接結びつかないため、とくに幼小児では手術を行なうべきではない、という報告も¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾数多く見られる。

著者らの手術前後観察結果からは、16歳未満群でも、有意の差はないものの、呼吸機能面での回復はみられず、さらに年長の16歳以上群では、TLC、VC等が有意に低下していた。したがって、漏斗胸を呼吸機能面からだけ観察してみると、手術侵襲は、必ずしも優勢のものとは考えられないことは、諸家の報告とも一致している^{21)~23)}。

3. アンケート調査

アンケート調査からみると、多くの漏斗胸患者の手術を受けた理由は、外見をきれいにしたかった。(70%)という整容的期待が圧倒的に多くみられ、かつ著者らの手術法による手術後の満足度は83%となり、患者自身、手術を受けて良かったと肯定するものが多くみられた。

手術前後の症状について見ると、風邪をひきにくくなった、体重が増加した、などがみられ、また、胸の形が気にならなくなった、性格的にも積極性が出て来た、など、患者自身・手術矯正による満足感に連る種々の精神心理反応が強くみられるようになってきた。

反対に、胸部の違和感、瘢痕周囲の知覚異常などが、一時的なものにせよ現われてきた。これらの症状は、手術後2～3年の経過をみれば、必ず消失するものであることを患者に説明し、十分に納得させることができた。

さて、漏斗胸手術を、患者の呼吸機能検査上の

結果及びアンケート調査の結果から観察してみると、呼吸機能検査結果からだけの所見では、漏斗胸の陥没変形を矯正してみても、初期に期待したほど呼吸機能の改善、向上はみられなかったが、アンケート調査結果からは、胸部変形を手術的に矯正してもらって良かったという心理反応に起因する良好な諸症状が現われ、多くの場合、呼吸機能が改善されていないにもかかわらず、患者または手術を受けた患児の母親の訴えによれば、手術後運動しやすくなった、体重が増加した、性格上積極性が現われてきたなど、手術による患者の満足度が、しばしば我々医師側に伝えられてきた。

これらの諸事実から、漏斗胸の手術は、呼吸機能改善のために行なうのではなく、整容の回復目的のために行なうものということができよう²⁴⁾。

手術による患児、患者の劣等感の除去、満足感が、患者の将来の生活に対し良い方向へと直結するものと思われる。

結 論

昭和50年5月から昭和60年4月に至る10カ年間に、著者らは東京女子医大形成外科において、148例の漏斗胸患者を、著者らの考案した胸肋骨翻転法プラス内胸動静脈吻合法を行なった。

それらの症例に対し、手術前後の呼吸機能検査を行なった。正常予測値と術前計測値を比較して見たところ、RVの増大が著明に認められた。また、術前術後の検査結果を比較すると、16歳未満の症例では有意な差は認められなかったが、16歳以上の症例では、TLC、VCが術後において有意に低下していた。

アンケート調査結果からは、患者の来院する目的の70%は、整容的回復であった。また術後の満足度は83%であった。

したがって、漏斗胸手術は、整容回復という点を主眼とした手術法であり、本手術法により患者が社会生活に、より順応、適応しうる必要な治療法と考えている。

文 献

- 1) Hirayama, T., et al.: A new surgical method for repair of funnel chest. Ann Plast Surg 14 213~222 (1985)

- 2) **Tomita, M., et al.**: The effect of surgical repair for pectus excavatum on cardiopulmonary function. *Acta Med Nagasaki* 23 21~26 (1977)
- 3) **Brown, A.L.**: Pectus excavatum. *J. Thoracic Surg* 9 164~184 (1939)
- 4) **Brown, A.L. and Cook, O.**: Cardio-respiratory studies in pre- and post-operative funnel chest. (Pectus excavatum) *Dis. Chest* 20 378~391 (1951)
- 5) **Lester, C.W.**: The surgical treatment of funnel chest. *Ann Surg* 123 1003~1022 (1946)
- 6) **Lester, C.W.**: The etiology and pathogenesis of funnel chest, pigeon breast and related deformities of the anterior chest wall. *J Thorac Cardiovasc Surg* 34 1~10 (1957)
- 7) **Ravitch, M.M.**: Pectus excavatum and heart failure. *Surg* 33 178~194 (1951)
- 8) **Wooler, G.H., et al.**: Pectus excavatum. *Thorax* 24 557~562 (1967)
- 9) **Berglund, E., Birath, G., et al.**: Spirometric studies in normal subjects. *Acta Med Scand* 173 185~192 (1963)
- 10) **Bernstein, L.D. and Silva, J.L.**: The effect of the rate of breathing on the maximum breathing capacity determined with a new spirometer. *Thorax* 7 255~262 (1952)
- 11) **Grimby, G. and Söderholm, B.**: Spirometric studies in normal subjects. *Acta Med Scand* 173 199~206 (1963)
- 12) **伊藤文雄・濱田朝夫**: 肺機能検査. 世界保健通信社 (1981)
- 13) **入江 正**: 呼吸機能検査トレーニング, 中外医学社 (1982)
- 14) **Weng, T. and Levison, H.**: Standard of pulmonary function in children. *Am Rev Resp Dis* 99 879~894 (1969)
- 15) **西田修実・他**: “健常者”の肺機能とその予測式, その4. 成人の肺気量分画. *臨床病理* 24 837~841 (1976)
- 16) **Konno, K. and Mead, J.**: Measurement of the separate volume changes of rib cage and abdomen during breathing. *J Appl Physiol* 22 407~422 (1967)
- 17) **Konno, K. and Mead, J.**: Static volume pressure characteristics of the rib cage and abdomen. *J Appl Physiol* 24 544~548 (1968)
- 18) **Moghissi, K.**: Long-term results of surgical correction of pectus excavatum and sternal prominence. *Thorax* 19 350~354 (1964)
- 19) **辻 敦敏・他**: RIによる漏斗胸の局所機能検討. *小児臨* 35 1095~1100 (1982)
- 20) **Straats, B.A., et al.**: Symptomatic pectus deformities of the chest. *Am Rev Respir Dis* 126 564~568 (1982)
- 21) **Gyllensward, A. and Ernell, L.**: A clinical study with long-term post operative follow-up. *Acta Paediatrica Scand Supplement* 255 1~14 (1975)
- 22) **松藤和彦**: 漏斗胸に関する研究(第2報). *日胸外会誌* 9 993~1007 (1961)
- 23) **Ozalesi, M.M. and Cook, C.D.**: Pulmonary function in children with pectus excavatum. *J Pediatr* 66 898~900 (1965)
- 24) **村井正元・菊津勝宏・他**: 漏斗胸に対する一工夫. *手術* 27 95~98 (1973)