高度肺高血圧症を伴う心室中隔欠損症の術前後の肺機能

—特に換気力学的面における検討—

東邦大学第1外科（主任：亀谷寿彦教授）

笠倉 貞一 小松 寿 長瀬 英義
柳沢 正弘 亀谷 寿彦

PRE- AND POSTOPERATIVE PULMONARY FUNCTION OF THE VENTRICULAR SEPTAL DEFECT WITH THE ADVANCED PULMONARY HYPERTENSION —EVOLUATION OF THE DYNAMIC SPROGRAM—

Teiichi KASAKURA, Hisashi KOMATSU, Hideyoshi NAGASE,
Masahiro YANAGISAWA and Toshihiko KAMEGAI

1st Department of Surgery, Toho University, Tokyo
(Prof. Toshihiko Kamegai)

患者は21歳の男子。生下時より心疾患を指摘されてはいるが、特に日常生活には支障はなく過していた。会社の健康診断時に心室中隔欠損症を指摘され、当院内科入院。心カテール検査にて VSD+PH と診断され、手術の目的にて外科に転科する。胸部X線像にて CTR 58%、心電図では両室肥大を呈している。心カテール検査で、肺動脈圧は113/25mmHg と高度肺高血圧を示しており、肺/体圧比は1.0、肺/体血流比は4.875であるが、右→左シャントはなく、肺/体抵抗比は0.12と低値を示していた。換気力学的肺機能検査では、%VC 及び FEV_{1.0}%では正常であるが、Flow Volume, Closing Volume より算出した。V₅₀ は2.59、V₂₅ は2.12、V₅₀/V₂₅ は1.22、%CV/VC は25.7%と small airway の障害が認められた。手術により、肺動脈圧は術後4週間目の心カテール検査にて45/12 (26) mmHg と著しく軽減していた。又経時的に行った換気力学的肺機能検査によっても、PF の増加と共に、V₅₀ は術後1週間目3.93、4週間目には5.20と増加し、V₅₀/V₂₅ は1.87、2.44と正常値を示した。又術前25.7%もあった%CV/VC は術後4週間目には消失しており、換気力学的にみても肺動脈圧の軽減と共に、いわゆる small airway の障害も改善されており、手術により肺機能も改善出来たものと考えている。

我々は先天性、後天性心疾患を換気力学的な面から、その術前、術後を検討しており、肺血管に器質的な変化が生じていなければ、術前にみられる small airway の障害も手術により十分改善する症例があることを認めており、術後の follow up に換気力学的検査も血行動態と共に重要視していきたいと考えている。

I. はじめに

心臓外科の進歩と術後の管理の向上により、近年高齢者又 high risk の症例にも積極的に開心術が行われる様になり、その手術成績も向上してきている。今回我々は

Pp/Ps 1.0と高度肺高血圧を伴う心室中隔欠損症を手術し、良好な結果を得たので、肺機能特に換気力学的検討を中心にして報告する。

II. 症 例

患者：21歳男子。生下時より心疾患を指摘されているが、特に日常生活には支障なく、高校卒業まで普通に過している。会社の健康診断時に VSD を指摘され、当院内科入院。心カテーテル検査施行され、VSD+PH と診断、手術目的にて外科に転科する。既往歴に肺疾患はなく、家族歴と共に特記すべきことはない。

入院時所見：体格良好、栄養中等度、口唇チアノーゼ、clubbing finger は認めない。脈拍、血圧ともに異状なく、理学的に L_4-5 に最強点を有する、比較的やわらかい Levine 5/6 の全収縮期雑音を聴取。II 音は正常分裂し、第2肺動脈音は著明に亢進しているが、肺動脈弁閉鎖不全音は聴取しなかった。呼吸音は特に粗くなく、ラ音等は聴取しない。肝、脾は触知せず、四肢の浮腫及び静脈の怒張は認められない。

一般検査成績：WBC 6,400, RBC 546×10^4 , Hb 16.2 g/dl, Ht 46.7, 血小板 33×10^4 . ASLO 125単位, CRP 陰性。肝機能、腎機能共に正常範囲。電解質にも異常は認めない。Astrup は pH 7.433, PCO_2 36.4mmHg, PO_2 97.3mmHg, BE+0.2と正常。

胸部X線所見：CTR 58%, 左第2弓の著しい突出、肺門部血管陰影の高度な増強がみられる(図1)。

心電図所見：術前 Axis+90°, sinus rhythm, 両室肥大が著明である。尚術後の心電図も共に示してある(図2)。

図1 術前胸部X線像

心カテーテル検査：術前 PA 圧は113/25mmHg, 体血圧113/67mmHg で肺/体圧比(以下 Pp/Ps) 1.0である。肺/体血流比(以下 Qp/Qs)は、4.875と大量の左→右シャントを認めたが、肺/体抵抗比(以下 Rp/Rs)は0.12と低値を示した(表1)。

換気力学的肺機能検査：いわゆる small airway の障害程度及び変化を知るため、術前、術後1週間目、術後

図2 術前及び術後の心電図

表 1 心臓カテーテル検査結果
(術前及び術後 4 週間)

	Pre	Post
IVC	7/ 5(6) mmHg	4/ 2(2) mmHg
SVC	9/ 4(6) mmHg	6/ 2(2) mmHg
RA	10/ 2(6) mmHg	7/ 2(4) mmHg
RV	100/ 0(40) mmHg	45/ 0(15) mmHg
PA-m	100/25(50) mmHg	45/12(26) mmHg
PA-l	112/25(50) mmHg	50/15(22) mmHg
FA	120/68(80) mmHg	
IVC	76%	76%
SVC	69%	70%
RA	73%	72%
RV	91%	78%
PA-m	88%	80%
PA-l	89%	80%
FA	92%	

表 2 術前後の換気力学的肺機能の結果

	VC	%VC	FEV _{1.0} %	PF	$\dot{V}_{75}$	$\dot{V}_{50}$	$\dot{V}_{25}$	$\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$
Pre Ope.	3.18	76.6	78.2	6.58	6.11	2.59	2.12	1.22
Post Ope. 1 W	3.03	72.8	91.4	7.60	7.07	3.93	2.10	1.87
4 W	3.90	94.0	92.3	9.95	8.06	5.20	2.13	2.44
	VC	CV	CV/VC					
Pre Ope.	3.50	0.9	25.7%					
Post Ope. 1 W	2.80	0.4	14.3					
4 W	3.40	—	—					

4 週間目と経時的に Flow Volume, Closing Volume を測定した。術前 %VC, FEV_{1.0} % に著明な変化がなくても, Flow Volume, Closing Volume より算出した $\dot{V}_{50}$ は 2.59, $\dot{V}_{25}$ は 2.12, $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ は 1.22, %CV/VC は 25.7 %と small airway の障害が認められる (表 2)。

以上より高度肺高血圧を伴うが, 左→右シャント (shunt ratio 85.8%) と大量の短絡が存在するため, 手術適応ありと診断し, 根治手術を施行した。

手術所見: 胸骨正中切開にて心膜を開くと, 右室の著明な拡大と主幹肺動脈は太く拡張しており, 肺動脈弁直下の右室流出路に thrill を触れる。体外循環下, 右室壁を切開すると VSD は直径 3.0×3.5cm と大きく, Kirklin の I 型に相当する。これをテフロンパッチを縫着して, VSD を閉じた。尚 ASD, PDA 等の合併奇形は

なかった。体外循環は 82 分を要し, 体外循環開始時に phenoxy benzamine (P.O.B) を体重当り 1mg を使用した。

術後経過: ICU にて Beanett MA-I respirator にて呼吸管理をはじめ, 積極的にネブライザー, 理学療法を行い, 肺拡張不全防止に努めた。動脈血 Po₂ の経過も良好で術後 2 日目に気管内チューブの抜去が可能であり, 術後の肺合併症は全く認めなかった。術後 4 週間目に心カテーテル検査にて, PA 圧は 45/12 (26) mmHg と低下していた (表 1)。経時的換気力学的検査によっても PF の増加と共に, $\dot{V}_{50}$ は術後 1 週間目 3.93, 術後 4 週間目には 5.20 を増加し, $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ は 1.87, 2.44 と正常値を示した。また % CV/VC は術前 25.7% あったものが術後 4 週間目には消失していた (表 2)。Flow Volume

図 3 術前後の Flow-Volume Curve の変化

図4 術前後の Closing Volume の変化

(術前及び術後1週間目では認められる, 第4相は術後第4週では消失している.)

図5 術後胸部X線像

Curve をパターンの上から分析してみると, 図3に示した如く, 経時的に改善されていくのが良くわかり, 術後4週間目の Flow Volume Curve は正常パターンを示している. 一方 Closing Volume もパターンとしてみると, いわゆる第4相の消失がはっきりとわかり, 末梢気道の障害は十分に改善されているといえる (図4). 退院時 (術後6週目) の胸部X線写真は CTR 51%と減少し, 肺血管陰影の著しい増強も軽減されている (図5).

III. 考 察

先天性心疾患のうちで心室中隔欠損症は, その発生頻度が高く, 20~30%を占めるといわれるが, 成人における心室中隔欠損症は, 他の先天性心疾患に比して比較的少い. また肺高血圧症を伴うもの, 特に Pp/Ps 80%以上のものはさらに少くなっている^{1) 2) 3)}.

手術成績からみても Pp/Ps と共に, Pp/Ps 0.75以上の症例は予後が悪いとされており, つい最近まで手術適応の限界とされて来た^{4) 5) 6)}. 今回我々は, Pp/Ps 1.0と高度であるが, Rp/Rs が0.12と低値を示す症例に対し手術を行い, 良好な結果を得た. これは肺動脈圧がいかにも高くとも, 小肺動脈の変化は比較的少く, Wood⁹⁾ らがいう, obstructive な変化が軽度で, 可逆性があることを示唆している症例と思われる. この様に, Pp/Ps が0.75以上でも Rp/Rs がごく低い症例は少なく, 我々が調べた範囲内ではその頻度は明確ではない. また Friedli⁷⁾ は Rp/Rs が0.25以上の症例では手術死亡32%, 晩期死亡12%と述べている. 我々は, この vascular obstruction の変化を組織学的にではなく, 換気力学的に検討を加えることを考え, Flow Volume, Closing Volume を測定してみた.

Flow Volume については, Dayman⁸⁾, Hyatt⁹⁾ の報告にさかのぼることが出来, 最近では, いわゆるChronic obstructive Lung Disease (COLD) の軽症例に臨床応用されている^{10) 11)}, その測定値に対する正常値を決めることには, いまだ問題がある所ではあるが, その測定値と共に, pattern そのものの分析により, その臨床的応用価値があると考えている.

従来我々は, 心疾患の肺機能について検討して来たが, ルーチンのスパイログラムでは, たとえ正常範囲内にあっても換気力学的検査を行うと, %CV/VC, $\dot{V}_{50}$, $\dot{V}_{25}$, $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ の値にいわゆる small airway の障害が程度の差こそあれ認められる場合がある. そこで各症例毎, 経時的に換気力学的検査を行い, 術前後を検討している.

本症例においても高度な PH が存在する以上, 肺機能にもかなりの障害があると思われたが, 術後の%VC,

FEV 1.0%ではごく軽度の混合性障害しか認められなかったが、換気力学的にみると、滝島ら¹²⁾、佐々木¹³⁾らのいわゆる正常値と比較してみても、明らかな障害を思わす数値を得ている。これらが手術により血行動態が改善されると共に、経時的に表に示した如く、PF は改善され、%VC, FEN 1.0%はもとより、 $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ は正常値に帰しており、肺機能の上においても十分改善されていることが理解できる。

ASD, VSD など右心系のいわゆる Volume overload の疾患の場合には、肺血流量の増加及び、肺動脈圧の上昇が長期に続くことによって、換気力学的肺機能検査にて small airway 即ち末梢気道の障害をも引き起こすと考えられるが、現在我々は症例数は少ないが、手術によって肺動脈圧が軽減されると、低下していた換気力学的肺機能も改善するという、reversibility を経験した。これら症例の多くは Heath & Edwards¹⁴⁾ の分類によると 4 度までの肺動脈の変化であると推察され、5 度以上の重症例では、たとえ手術が可能であったにせよ、肺機能の面ではもはや irreversible な状態であろうと思われる。さらに逆シャントが存在する症例などを検討することにより、心疾患の肺機能を換気力学的な面から検討を続けていきたいと考えている。

あとがき

心疾患における肺機能について、今回我々は高度 VSD + PH の一症例に対し、換気力学的な面から検討し、手術前、術後 1 週間、4 週間と測定し、その経過を血行動態と共に考察した。術後の PH によると思われる末梢気道の障害は、PH が改善されたのと同時的に、経過と共に平行して改善されるのを確認することが出来た。

なおこの論文の要旨は第39回臨床外科医学会総会にて発表した。

文 献

- 1) S.C. Mitchel, S.B. Korones and H.W. Berendes: Congenital heart disease in 56, 009 birth. Incidence and natural history. Circulation 48: 323—323, 1971.
- 2) 榊原 仟, 横山正義, 乃木道男他: 高年齢者の心室中隔欠損症—自然歴と手術適応—胸部外科, 22: 163—167, 1970.
- 3) 高村敬一, 平尾 勝, 加藤肇三他: 高年者(30

歳以上)の先天性心疾患の手術症例について, 胸部外科, 18: 108—112, 1975.

- 4) O.B. Cartmil, J.W. DuShene, D.C. McGoon et al.: Result of repair of ventricular septal defect. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 52: 486—499, 1966.
- 5) 高野良介, 久米弘洋, 榊原高之他: 肺高血圧を伴った心室中隔欠損症の外科的治療, 胸部外科, 24: 457—464, 1971.
- 6) 松田 暉, 川島康生, 森 譲他: 心室中隔欠損症の外科治療. 最近の114例の検討, 心臓, 5: 1243—1251, 1973.
- 7) B. Friedli, B.S. Langford Kidd, W.T. Mustard et al.: Ventricular septal defect with increased pulmonary vascular resistance. Am. J. Cardiol. 33: 403—409, 1974.
- 8) P. Wood: Pulmonary hypertension with special reference to the vasoconstrictive factor. Brit. Heart J.: 20: 457—570, 1958.
- 9) H. Dayma: Mechanics of airflow in health and in emphysema. J. Clin Invest. 36: 1175—1190, 1951.
- 10) R.E. Hyatt: The interrelationships of pressure flow and volume during various respiratory maneuvers in normal and emphysematous subjects. Amer. Rev. Respiratory Disease 83: 766—683, 1961.
- 11) P.T. Macklem. Workshop on screening for early diagnosis of airway obstruction. Amer. Rev. Respiratory Disease 109: 567—571, 1974.
- 12) B. Burrow: Early diagnosis of airway obstruction. Chest 65: 239—240, 1974.
- 13) 滝島 任, 井上洋西, 鈴木俊介他: フローボリューム, クロージングボラウム曲線, 診断と治療, 50: 1530—1536, 1974.
- 14) 佐々木孝夫: flow-volume, closing-volume の測定 Medicina 13: 1702—1705, 1976.
- 15) D. Heath and J.E. Edwards: The pathology of hypertensive pulmonary vascular disease. Circulation 18: 533—547, 1958.