

Title	ファロー四微症根治術後早期の胸部X線像の検討
Author(s)	森本, 静夫
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1984, 44(8), p. 1068-1084
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/14952
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

ファロー四徴症根治術後早期の胸部X線像の検討

大阪大学医学部放射線医学教室（主任：重松康教授）

森 本 静 夫

（昭和58年9月19日受付）

（昭和58年12月21日最終原稿受付）

Chest Roentgenogram in Early Stage After Total Correction of Tetralogy of Fallot

Shizuo Morimoto

Department of Radiology, Osaka University Medical School

Research Code No. : 507

Key Words : Postoperative chest roentgenogram, Tetralogy of Fallot, Lung edema

Supine chest roentgenograms taken in early stage after total correction of tetralogy of Fallot were evaluated in 61 cases. The most characteristic change in cardiovascular silhouette was dipping of the cardiac apex. Another change in cardiovascular silhouette was filling of right ventricular outflow tract and pulmonary arterial segment. These changes synchronized with improvement of patient's haemodynamic status. Congestive heart failure occurred simultaneously or after dipping of the cardiac apex.

One of the most important complications was pulmonary edema. In cases with either pulmonary edema due to overhydration, myocardial infarction, or cardiac arrest, cardiac shadows did not increase, but in cases with either digitalis intoxication or residual left-to-right shunt, cardiac shadows increased.

In cases with unknown cause, pulmonary edema preceded dipping of the cardiac apex with no evidence of certain enlargement of the cardiac size, but pulmonary edema followed dipping of the cardiac apex with marked enlargement of the cardiac size.

はじめに

ファロー四徴症に対する根治手術は、肺動脈狭窄の解除を目的とする右室流出路形成術と心室中隔欠損の閉鎖であるが、術後においては右心室および左心室はそれぞれ単独で肺循環と体循環を司ることになる。このために、術後早期にはうっ血性心不全や心拍出量減少などをきたしやすく、又呼吸不全や不整脈、出血傾向などの術後合併症も多くみられる。

術後早期では、合併症の診断に侵襲的かつ複雑で時間を要する検査を行なうことは困難であるため、限られた情報によりの確な診断を下し適正な

治療を行なうことが要求される。その中で最も重要な検査の1つとして、肺や縦隔の合併症および循環状態の把握のための胸部X線撮影があげられる。

従来、術前におけるファロー四徴症の放射線検査成績に関する検討は各方面で詳しく行なわれてきたが、手術直後における胸部X線像の検討については殆ど報告されていない。しかしながら、手術直後の胸部X線像の検討は術後管理上きわめて重要であり、さらには手術成績の向上に不可欠である。本研究では、ファロー四徴症根治術後早期の胸部X線像を検討して心大血管陰影の経時的変

化を的確に把握し、また肺水腫や肺および縦隔合併症のX線上の診断基準を確立し術後管理の指針の資とすることを目的とした。

I. 対 象

対象は1975年1月から1978年12月までの4年間に大阪大学医学部付属病院第1外科において根治手術を受けたファロー四徴症のうち、術後早期の経過を示す胸部X線像の得られた61例である。全肺静脈還流異常を合併した1例は除外した。

年齢は1歳から45歳、平均10歳で、男性31例、女性30例であった。一期的根治術を行なった症例は41例で、根治術に先だって姑息的手術としてブロック・タウシッヒ手術またはブロック手術を受けたものは、それぞれ19例と1例であった。左右方向性短絡の合併は、9例で動脈管開存がみられ、2例では気管支動脈や内胸動脈が発達して手術時にこれらの結紮を要した。他の1例では、冠動脈洞右室内破裂、冠動脈肺動脈瘻を合併した。右室流出路形成の手術方法は、漏斗部切除のみ14例、パッチ併用39例、人工血管付人工肺動脈弁使用8例であった。手術終了時の右室対左室圧比は、0.3から1.0、平均 0.6 ± 0.17 で、10例で明らかな肺動脈弁閉鎖不全を残した。

当院では、術後は全例集中治療部に収容され、心肺機能の回復が得られた後に一般病室へ転室する。集中治療部にて死亡したものは12例(20%)で、一般病室へ転室できた49例はその後全例軽快退院した。死亡例12例の死亡時期は第2病日から第57病日、平均第 16 ± 15 病日であったが、第2病日3例、第3および第4病日各1例で、他の7例は第10病日以後であった。

軽快退院した49例では、集中治療部在室日数は2日から27日で、このうち2日入室したもの4例、3日11例、4日14例、5日5例、6日5例で計39例(79%)となり、7日から9日5例、10日から19日4例、20日以上1例となっている(平均 5.9 ± 3.6 日)。術直後の経過が良好なものを集中治療部在室日数5日以内とすると、これは34例(69%)となり、平均在室日数は 3.6 ± 0.9 日であった。術直後の心肺機能の回復の遅延や術後合併症のため、集中治療部在室日数6日以上を要したものは

15例(31%)で、在室日数6日から27日、平均 10.9 ± 6.3 日であった。

一般病室へ転室後、全身状態が良好となった時期に立位胸部4方向撮影が行なわれるがこの時期は術後第5病日から第39病日、平均第 15.7 ± 8.4 病日であった。集中治療部在室日数5日以内の34例では平均第 13.6 ± 7.3 病日、中間値第21病日、6日以上を要した15例では平均第 20.4 ± 10.4 病日、中間値第23病日であった。

気管チューブは、集中治療部入室後、心肺機能が回復した後可及的早期に抜管される¹⁾。軽快退院した49例で抜管の時期をみると、第1病日から第15病日、平均第 3.3 ± 2.4 病日であった。集中治療部在室日数5日以内の34例では、抜管は第1病日から第4病日、平均第 2.1 ± 0.9 病日、在室日数6日以上を要した15例では、第5病日から第15病日、平均第 6.1 ± 4.2 病日であった。尚、再挿管を要したものでは、最終抜管時を抜管日とした。

II. 方 法

対象61例の、手術終了時より術後最初の立位胸部X線撮影を行なうまでの間に撮影した背臥位胸部X線像を検討した。通常、手術終了時に手術台にて最初の撮影を行ない、術後第5病日までは1日に1回以上の撮影を行なった。第6病日以後は撮影間隔は不定で一般状態が良好となった時期に立位4方向撮影を行なった。臥位撮影時のX線管焦点・フィルム間距離は110cmで、背臥位正面撮影を行なった。

背臥位胸部正面像で、1. 心大血管陰影の経時的変化、2. 肺水腫、3. 肺・縦隔合併症を検討した。

心大血管陰影の経時的変化については、術後の典型像を得るために、軽快退院した49例について検討し、肺水腫および肺・縦隔合併症については、死亡例を含めた61例について検討した。尚、肺水腫は、49例の検討で得られた心大血管陰影の変化を加えて検討した。

背臥位像における心大血管陰影の検討に先だって、対象61例で術前同一日時に撮影した立位正面像と背臥位正面像で心胸郭比を比較した。術前立位正面像での心胸郭比は平均 $53.8 \pm 9.6\%$ で、背臥位正面像では平均 $57.0 \pm 5.0\%$ であった。又、心大

血管陰影の形状は、ファロー四徴症の特徴である心尖の挙上と左第2弓の陥凹が背臥位像で強調される傾向を示した。しかしながら、心胸郭比および心大血管陰影の形状は立位と臥位によって差があり、同一人の背臥位像によってのみ術後変化を検討した。又、心陰影の大きさに関しては、通常立位吸気相正面像で用いられる心胸郭比50%以上を「心拡大」の指標とせず、ここでは術前背臥位像との比較により「心陰影の増大」と記載することにした。

肺水腫のX線所見としては、肺門周囲のびまん性暗影(perihilar haziness)や気管支カフサイン(peribronchial cutting)、スリガラス状陰影(ground-glass shadow)、細葉性陰影(acinar shadow)、蝶形陰影(bat's wing shadow)、KerleyのA線などをとりあげた。

肺・縦隔合併症として、気道出血や無気肺、肺過膨張、細菌性肺炎、嚥下性肺炎、縦隔陰影の拡大、緊張性気胸などを認めた。このうち、無気肺には、部分的無気肺像と肺泡性無気肺(microatelectasis)ともいふべき無気肺像を区別した。前者は肺底部に多く、肺野中層部から外套部に楔状に広がる暗影で、後者は肺底部の均等影を示し、肺門側では一部 air-bronchogram を認めることが多く、葉間毛髪線の著明な低下を特徴とする。

III. 成 績

1) 心大血管陰影の経時的変化

心大血管陰影の経時的変化を大別すると、a) 心尖の下降(apical dipping), b) 左第2弓の陥凹の減少あるいは膨隆(filling of right ventricular outflow tract and pulmonary arterial segment), c) 心陰影の増大(cardiac enlargement)の3点を取りあげられる。ここで「心尖の下降」とは、心尖の「向き」の尾方向への回転をいう。

a) 心尖の下降

49例中43例(87.8%)で認めた。出現時期は、手術当日(第1病日)から第9病日で、平均第3.3±2.6病日であった。心尖の下降の出現時期と術後経過との関係をみると、集中治療部在室日数5日以内の34例では、第2.8±1.6病日に、6日以上の15例では、第4.4±2.4病日に心尖の下降が出現した。

術後の心肺機能の安定を示すものとして気管チューブ抜管時期を取り上げ、これと心尖下降の出現時期の関係を調べた(Fig. 1)。両者の間には、弱い正の相関($r=0.32, p<0.05$)が得られた。

49例中6例(12.2%)では心尖の下降は見られなかった。6例中3例では、術前に既に心尖は挙上を示さなかった。

b) 左第2弓の陥凹の減少あるいは膨隆

49例中38例(77.1%)で認めた。出現時期は第1病日から第12病日で、平均第3.6±2.3病日であった。これら38例の右室流出路形成術の術式別内訳は、漏斗部切除のみ8例(21%)、パッチ併用25例(66%)、人工血管付人工肺動脈弁使用5例(13%)であった。左第2弓に変化を認めなかった11例では、漏斗部切除のみ4例(36%)パッチ併

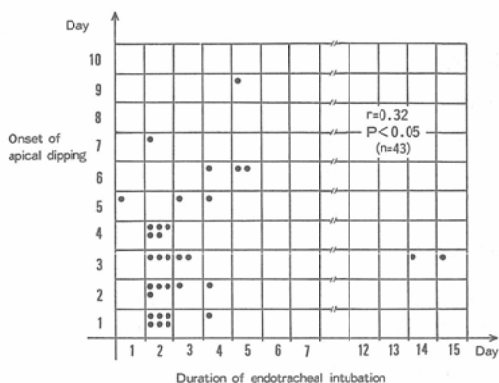


Fig. 1 Relationship between duration of endotracheal intubation and onset of apical dipping

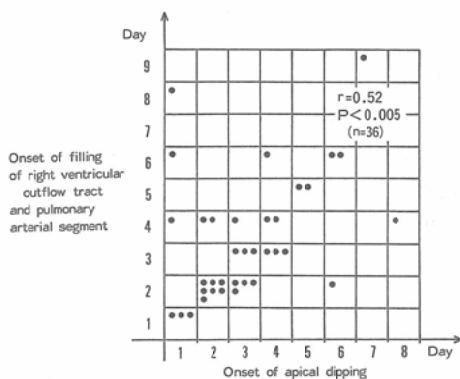


Fig. 2 Relationship between onset of apical dipping and onset of filling out of right ventricular outflow tract and pulmonary arterial segment

用 6 例(55%), 人工血管付人工肺動脈弁使用 1 例 (9%)であった。即ち、左第 2 弓に変化を認めた例とこれを認めなかった例との間には、右室流出路形成の術式による有意の差を認めなかった。

心尖の下降を示した43例では、36例 (83.7%) に左第 2 弓の変化を認めたが、心尖の下降と左第

2 弓の変化の出現時期をみると (Fig. 2), 正の相関を認めた ($r=0.52, p=0.005$)。

尚、動脈瘤様拡張は認めなかった。

以下に代表例を示す。

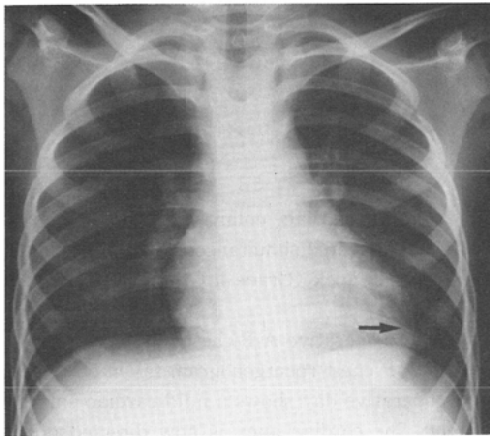
症例

4 歳男児 (Fig. 3)。手術は、心室中隔欠損閉鎖術と、心外膜パッチによる右室流出路形成術が行われた。手術終了時の右室対左室圧比は0.46で、中等度の肺動脈弁閉鎖不全を認めた。術当日は低血圧と末梢循環不全を示したが、翌第 2 病日には循環状態は安定し気管チューブも抜管された。

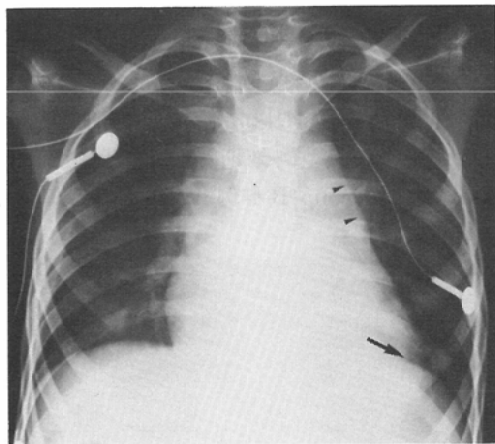
胸部 X 線像では、第 2 病日の X 線像 (Fig. 3A) で、術前 (Fig. 3B) に比して心尖の下降と左第 2 弓の軽度の膨隆が認められる。心陰影の大きさは変わらない。

c) 心陰影の増大

49例中30例 (61.2%) に認めた。心陰影の増大を示した症例の割合を術後病日毎にみると (Fig.



3A



3B

Fig. 3 Four year old boy.

A) Pre-operative supine chest roentgenogram shows laterally pointing cardiac apex (arrow).

B) Supine chest roentgenogram on the second postoperative day.

Dipping of the cardiac apex (arrow), and filling of the right ventricular outflow tract and pulmonary arterial segment (arrow head) are demonstrated. Cardiac enlargement is not present.

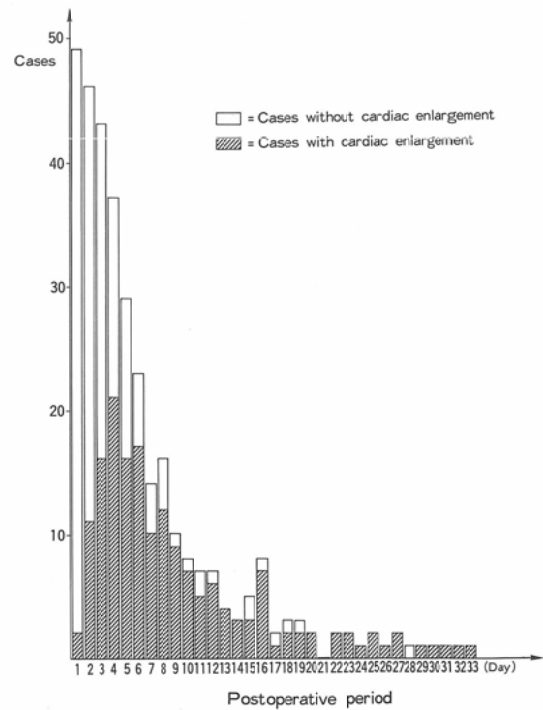


Fig. 4 Number of cases with cardiac enlargement according to postoperative period

*Each peak represents total number of chest roentgenograms

4), 術当日から第4ないし第6病日まで急速に増加しその後漸増して, 第3週以後では, 胸部撮影を行なったほぼ全例において心陰影の増大を認めた。手術終了時に肺動脈狭窄を残し右室対左室圧比が0.7以上であった12例ではその6例(50%)に, また肺動脈弁閉鎖不全や確認された7例ではその6例(86%)に心陰影の増大が見られた。即ち, 肺動脈狭窄残存例よりも閉鎖不全を生じた例で, より高率に心陰影の増大が見られた。

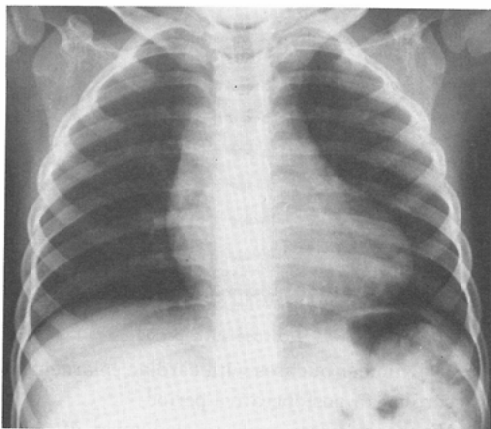
心尖の下降と心陰影の増大, 胸水貯留。

心陰影の増大を示した30例中心尖の下降を示した27例について, 心尖の下降と心陰影増大の出現時期および程度との関連 (Table 1), さらに胸水貯留の有無との関係を検討した。心陰影の増大が心尖の下降の出現以前にみられたもの, 同時期のもの, 以後のものに分け, 順に A, B, C 群とした。

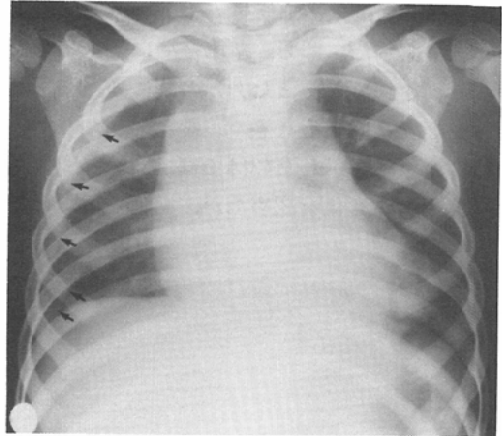
Table 1 Grade and onset of cardiac enlargement

	Group A	Group B	Group C	
Grade I	4	14	11	29
Grade II	0	1	10	11
	4	15	21	40

Group A : Cardiac enlargement preceded apical dipping
 Group B : Cardiac enlargement occurred simultaneously with apical dipping
 Group C : Cardiac enlargement followed apical dipping
 Grade I : Mild cardiac enlargement
 Grade II : Moderate to marked cardiac enlargement



5A



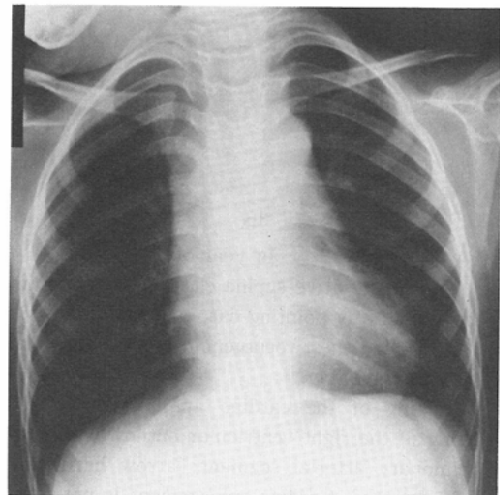
5B

Fig. 5 Mild cardiac enlargement with pleural effusion appeared simultaneously with dipping of the cardiac apex (Grade I, Group B). Two year old girl.

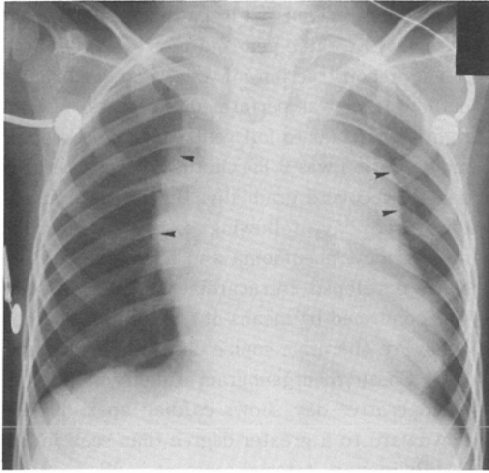
A) Pre-operative A-P chest roentgenogram.

B) A-P chest roentgenogram taken on the 5th postoperative day shows a mild cardiac enlargement. The cardiac apex is now directed downwards. Pleural effusion is present (arrow).

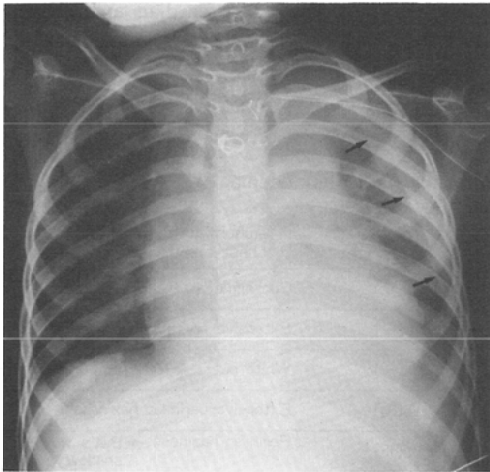
A 群4例, B 群15例, C 群21例であった (延べ40例)。心陰影の増大の程度は, これが軽度のものと明瞭ないし著明なものに分け, Grade I, Grade II とした。各々の典型例を Fig. 5, 6に示した。Fig. 5は Grade I, Group B 群例, Fig. 6は Grade II,



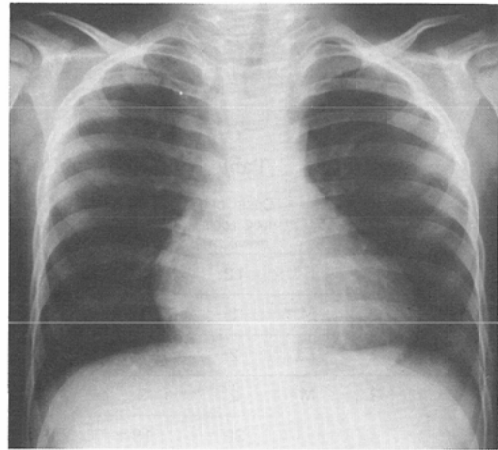
6A



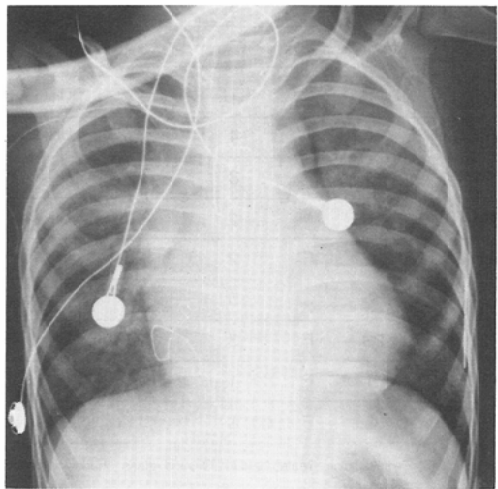
6B



6C



7A



7B

Grade Iでは、A群4例、B群14例、C群11例であった。Grade IIでは、A群0例、B群1例、C群10例であった。胸水貯留の合併は、心陰影増大の時期で見ると、A群50、B群40%、C群62%で各群間に有意差はなく、心陰影増大の程度で見ると、Grade Iでは35%、Grade IIでは91%でGrade IIに多かった。

2) 肺水腫

対象61例中14例(22.9%)に延べ17回の肺水腫を認めた(Table 2)。年齢は1歳から45歳(平均9.1歳)で、2例でブラロック・タウシッヒ手術が行われており、2例で動脈管開存を合併していた。

肺水腫と心陰影の増大との関係は、心陰影の増

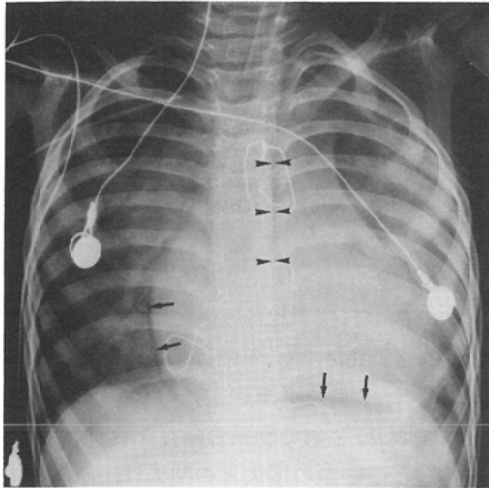
Fig. 6 Marked cardiac enlargement with pleural effusion appeared after dipping of the cardiac apex (Grade II, Group C). Three year old girl.

A) Pre-operative A-P chest roentgenogram.

B) A-P chest roentgenogram taken on the second postoperative day shows the cardiac apex directed downward to a greater degree than Fig. 6A. The mediastinal shadow shows marked widening (arrowhead). Endotracheal tube was extubated on the same day.

C) A-P chest roentgenogram taken on the 6th postoperative day shows a marked cardiac enlargement and pleural effusion (arrow).

Group C 群例である。延べ40例で、Grade Iは29例(72.5%)、Grade IIは11例(27.5%)であった。心陰影の増大の程度とその出現時期をみると、



7C

Fig. 7 Lung edema with cardiac enlargement. Case 4, H.K., three year old boy.

The reconstruction of the right ventricular outflow tract was performed. The ratio of peak right ventricular to left ventricular pressure during operation was 0.85. On the 3rd postoperative day, he recovered gradually. But on the 9th postoperative day, following extubation, cardiac insufficiency, pneumonia and haemorrhagic tendency developed. Intracardiac left-to-right shunt was confirmed by means of dye dilution method.

A) Pre-operative supine chest roentgenogram.

B) Chest roentgenogram taken on the 8th postoperative day shows cardiac apex directed downward to a greater degree than seen in Fig. 7A. Pulmonary arterial segment is filled.

C) Chest roentgenogram taken on the 20th postoperative day shows cardiac enlargement, perihilar haze in the right lung, and homogeneous density in the left lung. Pneumopericardium (arrow) due to re-opened sternotomy (arrowhead) is revealed.

Table 2 Clinical and radiological manifestations of lung edema

Case	Age	Sex	Onset of lung edema (postop. day)	Duration (days)	Cause	Onset of lung edema and apical dipping	Cardiac enlargement	Abnormal findings of chest roentgenogram
1. I.Y.	45	F*	12	5	Digitalis toxicosis	After apical dipping	(#)	Consolidation, Kerley's A lines
2. T.K.	2	M**	1	1	Over-hydration	Before apical dipping	(-)	Extensive perihilar haziness***
3. S.T.	4	F	2	2	Cardiac-arrest	Before apical dipping	(-)	White out**→Perihilar haziness
4. H.K.	3	M	2	3	Over-hydration	Before apical dipping	(-)	Extensive perihilar haziness
			39	18 †	V.S.D.***	After apical dipping	(#)	Perihilar haziness →Bat's wing shadow
5. K.M.	1	M	1	1	Myocardial infarction	Before apical dipping	(+)	Extensive perihilar haziness
			8	2 †	Extension of infarction	After apical dipping	(-)	Bat's wing shadow →White out
6. K.C.	13	F	5	1	Over-hydration		(-)	Perihilar haziness
7. O.S.	5	M	1	3	Unknown	Before apical dipping	(-)	Perihilar haziness
8. O.N.	3	F	4	3	Unknown	After apical dipping	(#)	Perihilar haziness
9. T.M.	12	F	8	3	Unknown	After apical dipping	(#)	Perihilar haziness
10. N.U.	3	M	2	5	Unknown	Before apical dipping	(+)	Perihilar haziness →Bat's wing shadow →Perihilar haziness
11. T.M.	1	F	2	2	Unknown	Before apical dipping	(+)	Confluent shadow, Kerley' A lines
			5	2	Unknown	After apical dipping	(#)	Confluent shadow
12. K.E.	29	F	3	3	Unknown	After apical dipping	(#)	Confluent shadow
13. S.E.	3	F	1	2	Unknown	Before apical dipping	(-)	Perihilar haziness
14. S.T.	4	F	1	1 †	Unknown		(-)	Extensive perihilar haziness, Kerley's A lines →White out

*: Female **: Male ***: Ground-glass shadow extending from hila to middle lung field **: Massive consolidation of all lung fields

***: Residual ventricular septal defect †: Expired

Cardiac enlargement (-) No cardiac enlargement (+) Mild cardiac enlargement (#) Moderate to marked cardiac enlargement

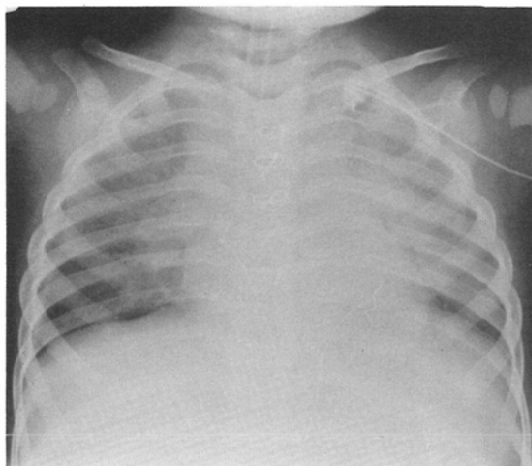
大を伴わないもの9回、軽度の心陰影の増大を伴うもの2回、心陰影の増大が著じるしいもの6回であった。

肺水腫の原因が明らかであったものは14例中6例、延べ8回であった。その出現時期は第1病日から第39病日で、心室中隔欠損残存による1例(Fig. 7)は18日後に、心筋梗塞による1例(Fig. 8)では肺水腫再発2日後に死亡したが、他の6回では1日から5日、平均2.2日で消褪した。輸液過多や心筋梗塞および心停止後による肺水腫6回では、心陰影の増大は認めなかった。ジギタリス中毒と心室中隔欠損残存による肺水腫の2回では、明らかな心陰影の増大を伴った。

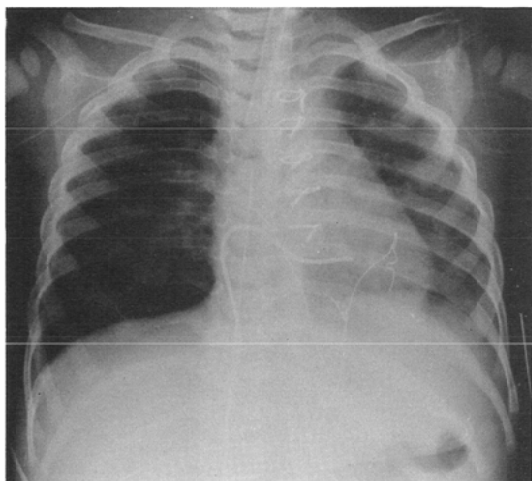
肺水腫の原因が不明であったものは8例、延べ9回であった。その出現時期は第1病日から第8病日、平均第3.3病日で、2日から3日、平均2.9日で全例消褪した。心陰影は3回で増大を伴わず、2回で軽度の増大、4回で明瞭な増大を伴った。

肺水腫と心尖の下降、心陰影の増大との関係

肺水腫の原因が不明であった8例中7例で心尖の下降を示した。この7例の延べ8回の肺水腫について、肺水腫と心尖の下降の出現時期、心陰影の増大の有無および程度を検討した(Table 3)。肺水腫が心尖の下降の出現に先だって見られたもの4回、以後のもの4回であった。この際に心尖の下降の出現に先だって見られた4回では心陰影は2回で増大を示さず、2回で軽度の増大を示した。心尖の下降以後に見られた4回では、全例で明瞭な心陰影の増大を伴った。又心尖の下降に先だって見られた4回の肺水腫は2日から5日後



8A



8B

Fig. 8 Lung edema without cardiac enlargement. Case 5, K.M., one year old boy.

A coronary artery was damaged during the operation for reconstructing the right ventricular outflow tract with pericardial patch and myocardial infarction was caused.

A) Chest roentgenogram taken following the operation shows perihilar haze.

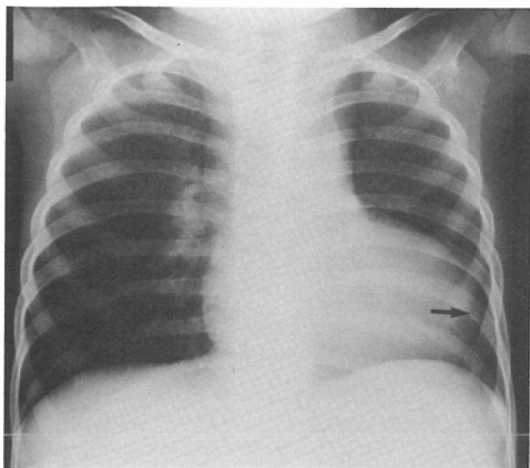
B) Fifth postoperative day, chest roentgenogram shows an improvement of lung edema. Although the cardiac output remained low, weaning from the ventilator was started because arterial gas data showed a gradual improvement.

Table 3 Onset of lung edema with unknown cause and cardiac enlargement

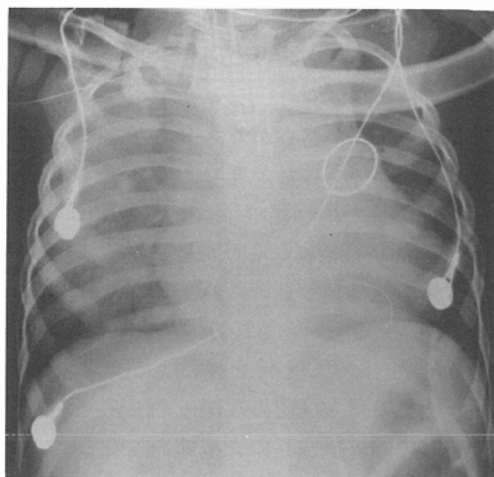
Cardiac enlargement	Edema, preceded apical dipping	Edema, followed apical dipping	Total
(-)	2	0	2
(+)	2	0	2
(#)	0	4	4
Total	4	4	8

Cardiac enlargement: (-): No cardiac enlargement
 (+): Mild cardiac enlargement
 (#): Moderate to marked cardiac enlargement

に心尖の下降の出現と同時に消褪した(Fig. 9)。心尖の下降を認めなかった1例は、心拍出量が低下して術後24時間以内に死亡した例で、心陰影の



9A



9D

Fig 9 Lung edema with or without cardiac enlargement, unknown cause. Case 11, T.M., one year old girl.

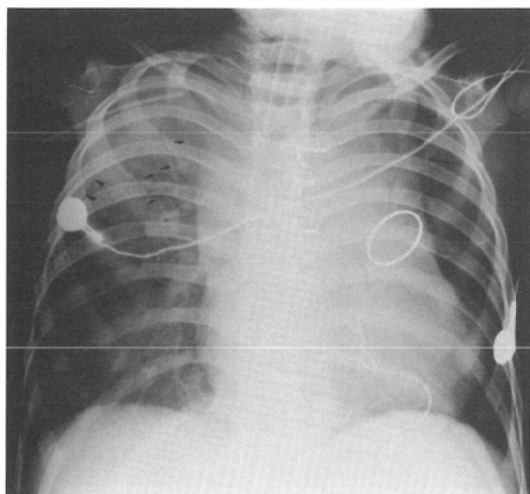
Reconstruction of pulmonary artery with Xenograft was performed in a patient with hypoplastic pulmonary artery of the left lung.

A) Pre-operative supine chest roentgenogram shows a decreased lung vasculature more pronounced on the left lung than on the right. Arrow shows the laterally pointing cardiac apex.

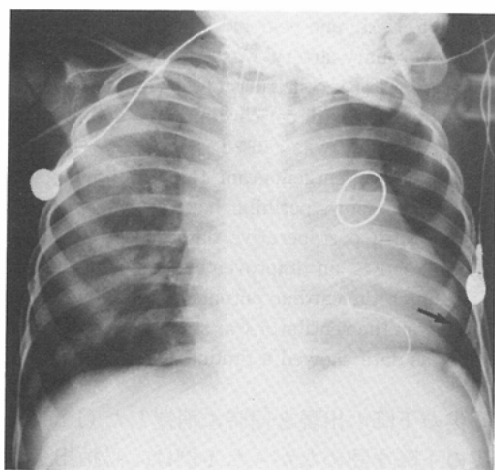
B) Perihilar haze, Kerley's A lines (arrow) and pleural effusion (arrowhead) are shown.

C) Chest roentgenogram taken on the 3rd postoperative day shows a dipping of the cardiac apex (arrow). Lung edema in the right lung resolved.

D) Lung edema developed again on the 5th postoperative day accompanied with cardiac enlargement.



9B



9C

増大は見られなかった (Fig. 10).

3) 肺・縦隔合併症

a) 気道出血による肺野の暗影 (Fig. 11)

大量気道出血は7例(11.5%)に延べ16回生じた。16回中6回で呼吸停止あるいは心停止が連続し、1回ではこれが直接死因となった。年齢は2歳から33歳(平均13.4歳)で、2歳が2例、3歳2例、20歳代2例、30歳代1例であった。発症時期は第2病日から第24病日(平均第10.9病日)であった。気道出血時に播種性血管内凝固症候群や血小板減少などの出血傾向を伴った例は9回、低心拍出量症候群を示した例は6回であった。16

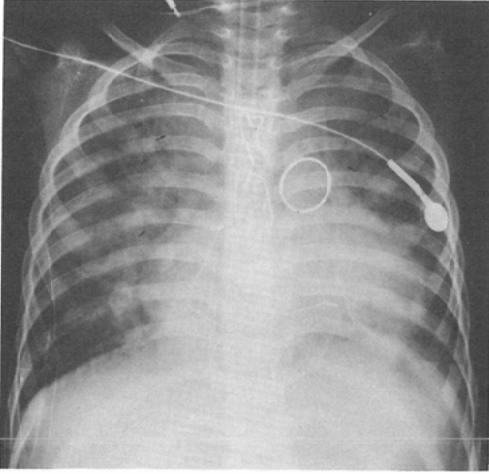
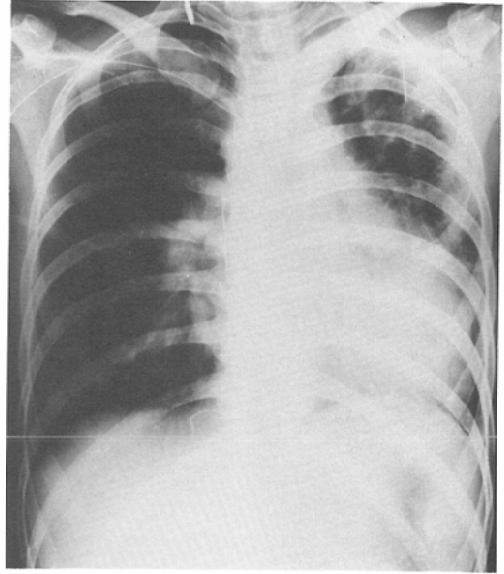


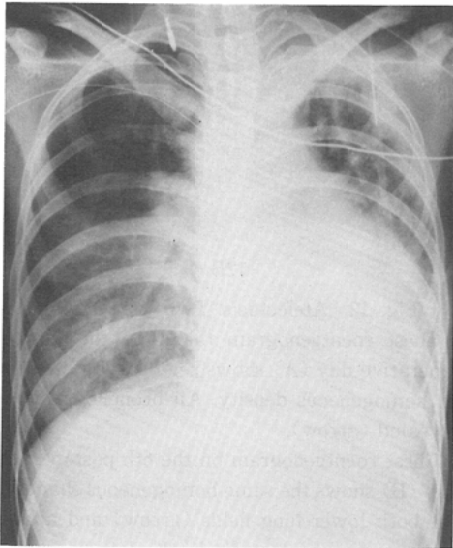
Fig. 10 Lung edema without cardiac enlargement, unknown cause.

Case 14, S.T., four year old girl.

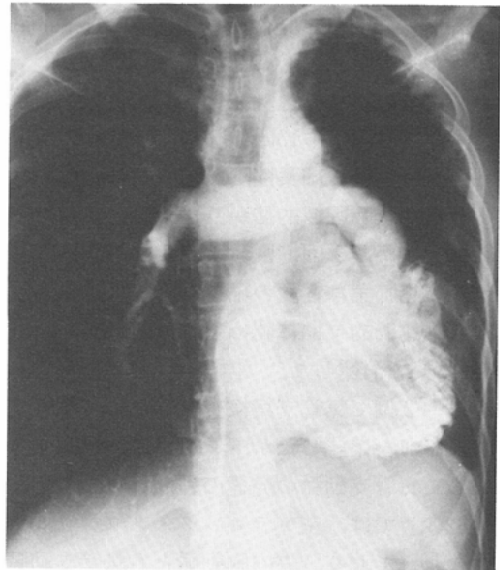
Following the artificial pulmonary artery reconstruction, foamlike bloody bronchial secretion and generalized cutaneous edema were observed. Chest roentgenogram shows patchy and confluent densities in the perihilar areas. Kerley's A lines (arrow) are clearly shown. There is no cardiac enlargement.



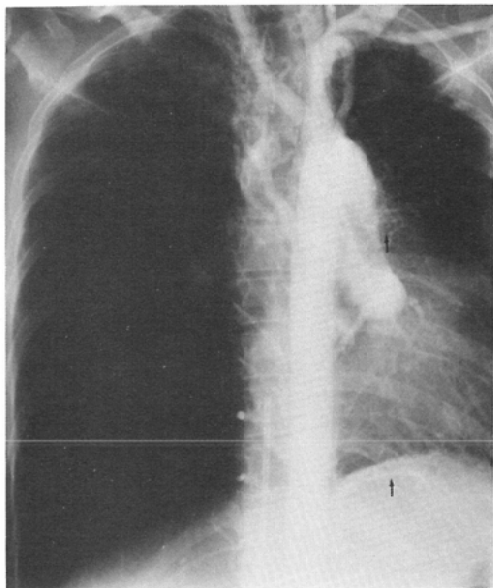
11B



11A



11C



11D

Fig. 11 Pulmonary consolidation associate with hemoptysis. Case J.K., twenty-six year old female.

Chest roentgenogram taken after massive tracheal bleeding (A) shows homogeneous density with air-bronchograms in the right middle and lower lobes. The chest roentgenogram taken on the next day (B) shows rapid resolution.

C) Right ventriculogram shows obstructed left main pulmonary artery.

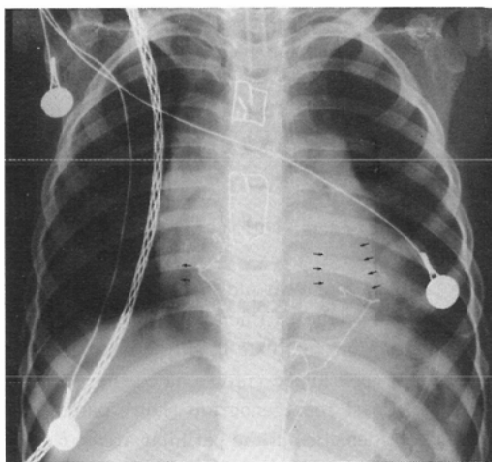
D) Aortogram shows obstructed right Blalock-Taussig's anastomosis and systemic-to-pulmonary collateral vessels (arrow) to the left lung.

回の気道出血のうち13回で肺野に異常陰影が出現した。異常陰影は細葉性陰影あるいはその融合影で、分布は、肺区域的拡がりを示したもの11回、非区域的拡がり1回、区分不能1回であった。少数例で罹患肺葉は軽度の縮小を示した。異常陰影の吸収は比較的早期に認められ、2日から4日(平均2.9日)で消褪した。

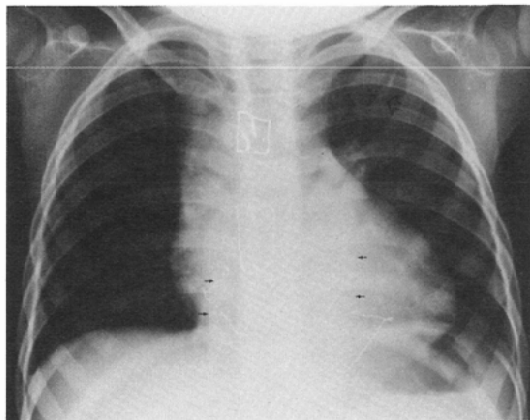
7例中2例で気管支鏡検査を行ない、気管支壁からの出血を確認したが、気道出血に関連するものとして気管支動脈の発達程度を見た。症例K.U.(32歳)では、左ブラロック・タウシヒ手術が行なわれており、右内胸動脈と右気管支動脈、右横隔膜動脈などが肺循環への副行路として明ら

かな拡張を示した。左気管支動脈は軽度の拡張を示すのみであった。この例では、気道出血の際の胸部X線像で、左肺門周囲から左中肺野にかけて辺縁不鮮明な浸潤影が出現した。気管支鏡検査を施行して左主気管支よりの出血が確認された。

症例J.K.(26歳)(Fig. 11)では、左肺動脈は肺



12A



12B

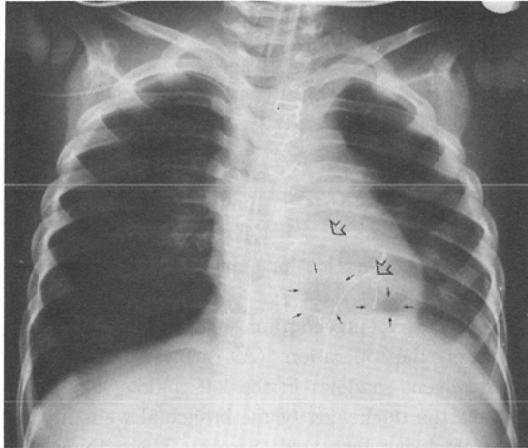
Fig. 12 Atelectasis. Two year old girl.

Chest roentgenogram taken on the 1st postoperative day (A) shows segmentally distributed homogeneous density. Air-bronchograms are revealed (arrow).

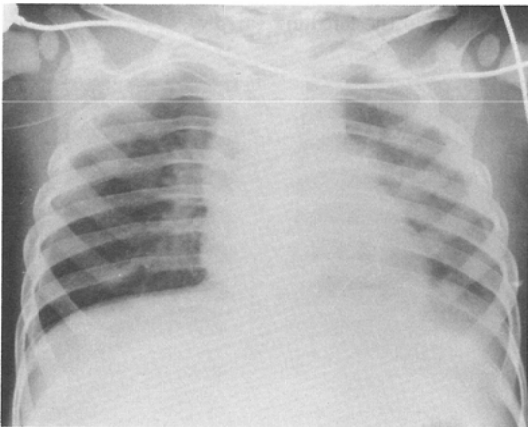
Chest roentgenogram on the 6th postoperative day (B) shows the same homogeneous shadow in the both lower lung fields (arrow) and another subsegmental atelectasis in the left upper lung field (arrow).

門部で閉塞し、左肺における副行路の発達は著明であった。右肺動脈は正常に近く、右ブラロック・タウシッヒ手術による肋間動脈の発達を見たが肺への副行路は認めなかった。

しかし、この例では気道出血に際して主として右肺に異常陰影が出現した。すなわち、このれら



13A



13B

Fig. 13 Pulmonary hyperinflation. Case K.M., one year old boy. Same patient as Fig. 8.

Chest roentgenogram on the 2nd postoperative day (A) shows hypertranslucency and overinflation of the right lung. Homogeneous density with air-bronchograms (large arrow) and focal hypertranslucent areas (small arrow) are shown in the left lower lung field.

Chest roentgenogram taken one day before (B) shows perihilar interstitial densities due to interstitial edema.

の2例では血管造影で明瞭な気管支動脈の発達を示した部位と異常陰影の出現部位は一致しなかった。他の例では、術前検査の際に気管支動脈の明瞭な拡張は認めなかった。

b) 無気肺—特に肺泡性無気肺 (microatelectasis) (Fig. 12)

肺泡性無気肺は14例 (23.0%) に認められた。部位は右下肺野2例、左下肺野12例で左下肺野に好発した。発症は第1症日から第16病日 (平均第4.4病日) で、1日から6日 (平均3.4日) で消褪した。肺野内側域の吸収は遅かった。

c) 肺過膨張 (Fig. 13)

一側肺あるいは両側肺の過膨張を5例 (8.2%) に延べ7回認めた (Table 4)。年齢は1歳から3歳、平均2.4歳であった。約半数は気管チューブ挿管時に発症した。発症時期は第2病日から第22病日、平均第8.4病日であった。死亡した1例を除いて、1日から4日 (平均2.1日) で軽快した。一側肺特に右肺に多かったが左肺のみあるいは両側肺に出現することもあった。肺過膨張の出現に先立つ時期に撮影した胸部X線像では、2回で異常所見を認めず、2回で気道出血に伴う浸潤影を、2回で肺水腫、1回で無気肺を認めた。

d) 細菌性肺炎 (Fig. 14)

細菌性肺炎は4例 (6.6%) に発症した。発症は第13病日から第38病日で、比較的後期に見られた。起炎菌は1例でプロテウスと判明したが (Fig. 14) 他の3例では数種の混合感染であり主な病原体は同定できなかった。

e) 嚥下性肺炎 (Fig. 15)

Table 4 Cases with pulmonary hyperinflation

Case	Age	Endotracheal intubation	Onset (postop. day)	Duration (days)	Site of hyperinflation	Associated pulmonary abnormalities	Preceded pulmonary abnormalities
S.N.	2Y	(-)	3	3	Lt. lung	None	Tracheal bleeding and bilateral pulmonary consolidation
U.N.	3Y	(-)	3	4	Rt. lung	Interstitial lung edema (left lung)	Interstitial lung edema
		(-)	19	3	Rt. lung	None	None
K.K.	3Y	(+)	2	1	Rt. lung	None	None
T.S.	3Y	(+)	8	1	Rt. lung	Patchy shadows (left lung)	Tracheal bleeding and bilateral pulmonary consolidation
		(+)	22	1 (Expired)	Bilateral	None	Atelectasis in left basal segments
K.M.	1Y	(+)	2	1	Rt. lung	Atelectasis (left lung)	Interstitial lung edema

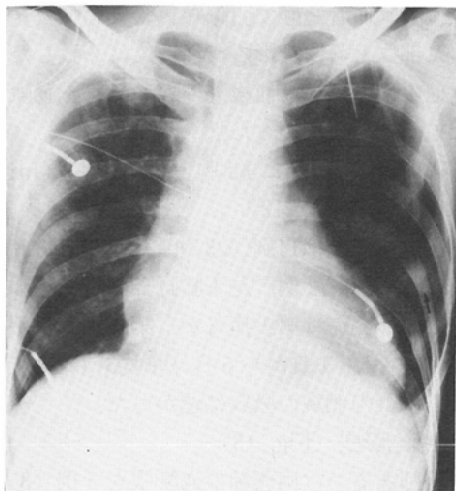
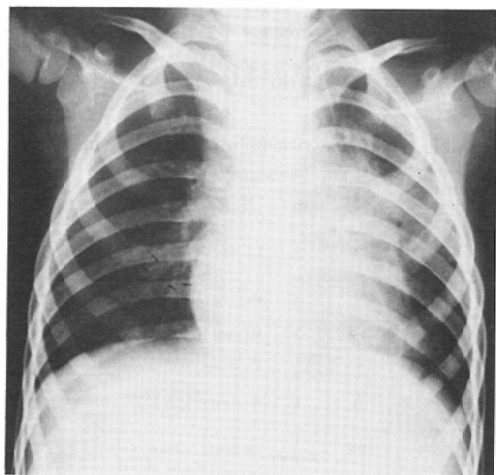


Fig. 14 Abscess. Thirty-two year old male.

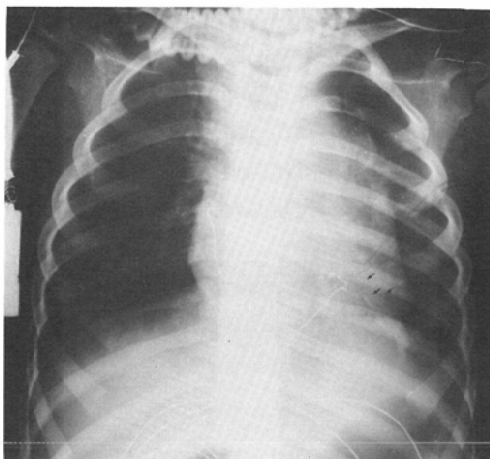
Chest roentgenogram taken of the 20th postoperative day shows a round density with cavity in the left lung (arrow). Proteus organisms were proved from the bronchial secretions

手術直後あるいは手術当日の胸部X線像で気管支肺炎とみられる像を9例(14.8%)に認めた。これは、術中の silent regurgitation による嚥下性肺炎によると考えられる。部位は左下肺野5例、右下肺野2例で、他は左肺門周囲部および右上肺野が各々1例であった。異常陰影は1日から6日、平均3.4日で全例消褪した。

f) 縦隔陰影の拡大 (Fig. 16)



15A



15B

Fig 15 Aspiration pneumonia. Two year old boy.

Chest roentgenogram obtained immediately after the operation (A) shows patchy and confluent shadows in the left middle lung field and the thickening of the bronchial walls in the right lower lung field (arrow). These abnormal findings disappeared almost completely in a few hours later (B). Mild bronchial wall thickening is shown in the left lung (arrow).

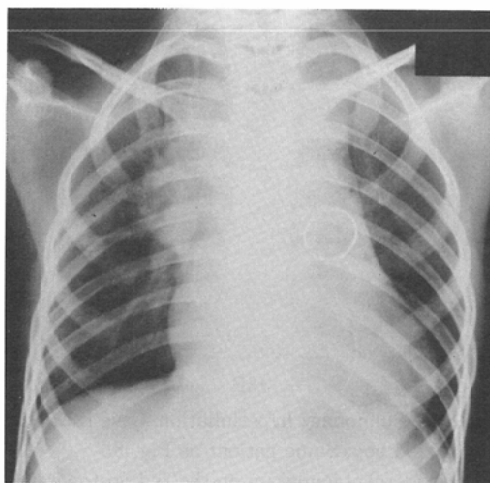


Fig. 16 Mediastinal widening due to mediastinal hematoma. Seven year old girl.

Pulmonary artery was reconstructed with Xenograft, and right Blalock-Taussig's anastomosis was ligated. In the chest film taken on the 1st postoperative day, a localized bulge of the mediastinal shadow was noticed on the right side. This bulge diminished gradually in size.

縦隔陰影の拡大を20例(32.8%)で認めた。いずれも手術当日に出現し、12例では手術終了時の胸部X線像で認められた。全例消滅したが、消滅に要した時間は2日から35日、平均7.6日であった。

g) その他の合併症

緊張性気胸を3例(4.9%)に認めた。いずれも補助呼吸時に発症した。他に胸骨哆開(Fig. 7C)や横隔膜挙上などの合併症が見られた。

IV. 考 察

1) 心大血管陰影の経時的变化

フォロー四徴症では、姑息的あるいは根治手術いずれにおいても、術後に心陰影の増大が見られる。これは血行動態の改善を示す他覚的所見のひとつとされており²⁾、姑息的手術後の心胸郭比10%の増加は、適度の肺血流量が得られたことを示す²⁾。根治手術後も心胸郭比は軽度増加すると云われている。

しかしながら、これらの報告は立位胸部X線像に基づくものであり、背臥位像に関する検討は行われていない³⁾。フォロー四徴症根治術直後においては、臥位X線像を用いて診断されるため、背臥位像に基づく検討はきわめて重要なものとなる。心大血管陰影の経時的变化として、a) 心尖の下降、b) 右室流出路および肺動脈幹部の拡大、c) 心陰影の増大を認めた。Bristowらは、根治術後の立位正面像にみられる特徴的な変化として、右室流出路から肺動脈幹部の拡張と心尖の拡大を指摘している⁴⁾が、本研究では、最も特徴的な変化は心尖の「向き」の尾方向への回転であり、これを「心尖の下降」とした。心尖の下降は87.8%に認められ、術後平均第3.3病日に出現した。この出現時期は術後経過と関連し、心肺機能の安定にともなって心尖の下降が認められた。心尖の下降の出現までの術後病日と気管内挿管を要した日数とは弱い正の相関を示した($r=0.32, p<0.05$)。

フォロー四徴症の胸部X線像における心大血管陰影の特徴は、心尖の挙上であるが、これは右心室の肥大に加えて左心室が小さいことによるとされている⁵⁾。術後に見られる心陰影の軽度の増大と心尖の拡大は、術後には左心系への血流量が増

大し、左心室の容量負荷が生じるためと云われている³⁵⁾。即ち、術後における血行動態を反映して左心室が拡大し心尖が下降するもので、本研究はその出現時期が循環状態の安定時期と相関することを明らかにした。術後の心拍出量の維持は、循環血液量の容量負荷とカテコールアミン投与を基本として、症例ごとに検討されながら行なわれている。この際に、胸部X線像で再建された血行動態を反映する変化を知ることは術後管理上その意義が大きい。

右室流出路または肺動脈幹部の拡張は77.6%で認められた。出現時期は平均第3.6病日で、心尖下降の出現時期との間に正の相関を認めた($r=0.52, p<0.005$)。拡張の有無および程度は手術々式と無関係で、動脈瘤様拡張は認めなかった。

心陰影の増大は61.2%に認められ、殊に術後第3週以後では、臥位撮影を行なったほとんどの例で心陰影の増大を示した。手術終了時に肺動脈狭窄を残した例と肺動脈弁閉鎖不全を生じた例を比較すると、心陰影の増大は後者で有意に高頻度であった。これはHiponaらの成績⁶⁾と一致する。心陰影増大の出現時期は心尖の下降と同時かこれよりやや遅れ、殊に心尖の下降以後では中等度以上の明瞭な増大を示し、ほとんどの例で胸水貯留を伴った。これは、うっ血性心不全と考えられるが、Bristowらは術後のうっ血性心不全は術後第2週目に見られることが多いと述べており⁴⁾、本研究の成績と一致した。更に本研究では、術後血行動態が安定し左心室の拡大が胸部X線像で心尖の下降として認められた後に、うっ血性心不全が生じていることが明らかにされた。このことは、肺血管床や右心機能の障害⁴⁾のみならず、左心負荷もうっ血性心不全の原因と考えられる。

2) 肺水腫

肺水腫は22.9%に認められたが、心陰影の増大をともなうものとこれを伴わないものがあった。過剰輸液や心筋梗塞、心停止後などが原因となった例では心陰影の増大を認めず、ジギタリス中毒や左右方向性短絡残存が原因の場合では明瞭な心陰影の増大を認めた。

肺水腫の原因が臨床的に明らかでない場合も

あった。この場合、心尖の下降以前に見られた肺水腫では、心陰影の増大を認めなかったり、あるいはこれがあっても軽度であった。これに反して心尖の下降以後に見られた肺水腫では、全例で明瞭な心陰影の増大を伴った。

肺水腫は、肺微小循環の圧上昇によるものと肺毛細血管の透過性亢進によるものに分けられる⁶⁾。心不全による肺水腫は肺静脈圧の上昇によるもので前者に属し、心拍出量を維持するため通常心室腔が拡大して心陰影が増大する。例外的に急性発症の場合には心拡大を伴わないこともある⁷⁾。一方透過性亢進によるものでは、通常心陰影は拡大しない。又、X線像で見られる肺野の異常陰影は、微小循環圧上昇によるものでは、肺門周囲のびまん性陰影や気管支カフサイン、肺血管陰影の辺縁のボケ像、肺門部から扇状に広がる陰影の分布などを特徴とする。透過性亢進による肺水腫ではこれらを欠きやすく、陰影は主として肺野外套部⁸⁾や下肺野⁹⁾に多く、あるいは全肺野に均等に分布することもある¹⁰⁾。

本研究において認められた肺水腫は、肺野の異常陰影の特徴から、輸液過多によるものを除いて他は微小循環圧上昇によるものと考えられるが、心筋梗塞や心停止後では肺水腫に伴って心陰影の増大は見られなかった。これらは急性発症例に該当する。そのほか、原因の明らかでない肺水腫で心陰影の増大を伴わないものが見られ、これらは2日から5日の経過で心尖の下降の出現とともに消失した。根治手術により左室が単独で体循環を維持する必要が生じたことや肺動脈狭窄の解除によって左心へ還流血量が増加したことなどによる左室負荷に対して、左室の容量が拡大せず拡張期圧が上昇したのと考えられる。左心房や左心室の小容量⁵⁾、心筋の線維化、術中の体外循環による心筋障害などが原因または増悪因子として挙げられる。

鑑別診断として、心陰影の増大を伴わない場合は、post perfusion lung や肺出血が重要である。post perfusion lung では先に述べた肺毛細血管の透過性亢進による肺水腫のX線像を示し、肺出血では肺野の陰影は縦隔陰影と連続せず肺門部を中

心とする分布を示さない¹¹⁾。

一般に肺水腫のX線診断では肺血管陰影でうっ血の有無を読影することが重要であるが、フロー四徴症では肺血管床の障害¹²⁾や低形成のためにうっ血像所見が修飾される可能性がある。ポータブル装置による背臥位像ではX線像の鮮鋭度が劣るために、肺血管陰影は肺水腫診断のための有用な材料とはなりえなかった。従って、フロー四徴症根治術後の肺水腫では、肺野の陰影の分布や心陰影の増大の有無、心尖の下降の前後などを考慮することが重要と思われた。特に、心陰影の増大を伴わない心尖の下降に先立つ肺水腫では、心停止や輸液過多などの明瞭な原因を欠く場合には、左室や左房の小容量、体外循環などによる心筋障害などを考える必要がある。

3) 肺・縦隔合併症

一般にチアノーゼ性心疾患で赤血球増多症を伴う場合には、止血機構の障害のため出血傾向をみることがあり、また気管支動脈その他の体循環から肺循環への副行路の発達、体外循環時のヘパリン、代謝性アシドーシスの影響などが加わり、出血傾向が増大するといわれている⁶⁾。本研究では、7例(11.5%)に延べ16回の大量気道出血が起った。このうち肺野の異常陰影は13回で見られた。異常陰影は肺区域的分布を示し、肺容量の減少を伴う場合もあった。経過は、2日から4日(平均2.9日)で比較的早く消褪した。肺野の異常陰影は、気管支壁から出血し、血液が肺末梢へ流入したことによると考えられる。鑑別診断として、肺炎や肺出血が挙げられる。気管支出血では、出血傾向や低心拍出量症候群に合併することが多く、肺野の異常陰影は肺区域的拡がりを示すことなどから鑑別される。

無気肺像として、部分的な無気肺と肺泡性無気肺の像が認められた¹³⁾。後者は、好発部位は左下肺野内側部で時に右下肺野内側部にも認められた。即ち、正面X線像で心陰影に重なる領域であり、横隔膜の動きの減少や心臓が空間占拠物として作用して肺胞換気が障害されたのと考えられる。

肺の過膨張は若年者で補助呼吸時に多く認められた。1日から4日で消失した。臨床像では、多

量の気管分泌物や死腔換気率の増加、奇異呼吸などを認めた。Baezaらは、補助呼吸時の肺過膨張の原因として、細い気管支での弁機序による空気とり込み現象と不均等な肺コンプライアンスを挙げている¹⁴⁾。前者による場合には分泌物による気管支閉塞部より末梢肺に、後者ではむしろ健常肺に過膨張が生じる。本研究では、気道出血や無気肺、間質性肺水腫などに続発したものが多く、また補助呼吸を行っていない例でも見られ、全例細気管支の気道抵抗が上昇しやすい3歳以下¹⁵⁾の症例であったことなどから、空気とり込み現象が原因として考えやすい。若年者の術後管理上留意すべきと思われた。

肺炎は4例(6.6%)に認めた。発症は術後第3週以降で、平均8.7日で消退した。島田らは、気管分泌物中の細菌や真菌は術後15日以降に高頻度に検出されはじめると報告しているが¹⁶⁾、肺炎の発症時期はこれに一致していた。X線像では、無気肺、ことに肺泡性無気肺は部分的に air-bronchogram を示し肺炎との鑑別を要するが、発症時期および部位、肺容量の減少などにより比較的容易に区別された。

手術終了直後の嚥下性肺炎は14.8%に認めた。全身麻酔中にみられる胃内容物の気管支への嚥下の頻度は16%と報告されており¹⁷⁾、本研究でみられた嚥下性肺炎の頻度はこれに近い。異常陰影は左下肺野に多く見られるのを特徴とした。

V. 結 論

根治手術が施行されたファロー四徴症61例の術後早期の胸部X線像で、心大血管陰影の経時的変化および肺・縦隔合併症を検討した。

心大血管陰影の最も特徴的な変化は心尖の下降で、他に右室流出路と肺動脈幹部の膨隆を認めた。これらの変化は循環状態の改善にもなって出現した。うっ血性心不全は心尖の下降以後に見られた。

最も重要な術後合併症は肺水腫で、心陰影の増大を伴うものとこれを伴わないものに分けられた。臨床的に明らかな原因のないもので、心尖の下降に先だつ肺水腫では心陰影の増大を伴わないかまたは軽度で、心尖の下降以後の肺水腫で

は明瞭な心陰影の増大を示した。

その他、気道出血や無気肺、肺過膨張、肺炎、嚥下性肺炎、縦隔陰影の拡大など、肺・縦隔合併症について検討した。

稿を終えるにあたり、御指導と御校閲を賜った大阪大学医学部放射線医学教室重松康教授ならびに中央放射線部曾根脩輔助教授、第一外科学教室中基爾先生に深謝いたします。

本論文の要旨は、第39回日本医学放射線学会総会(1980)において発表した。

文 献

- 1) Shimada, Y., Yoshiya, I., Tanaka, K., Yamazaki, T. and Kumon, K.: Crying vital capacity and maximal inspiratory pressure as clinical indicators of readiness for weaning of infants less than a year of age. *Anesthesiology*, 51: 456—459, 1979
- 2) Campbell, M.: Late results of operation for Fallot's tetralogy. *Brit. Med. J.*, 2: 1175—1184, 1958
- 3) Walzen, D.E. and Singleton, E.B.: Tetralogy of Fallot: Radiologic evaluation before and after surgical treatment. *Radiology*, 81: 760—768, 1963
- 4) Bristow, J.D., Menashe, V.D., Griswold, H.E. and Starr, A.: Total correction of tetralogy of Fallot: Complications and results. *A. J. Cardiol.*, 8: 358—368, 1961
- 5) Jarmakani, J.M., Graham, T.P., Canent, R.V. and Jewett, P.H.: Left heart function in children with tetralogy of Fallot before and after palliative or corrective surgery. *Circulation*, XLVI: 498—489, 1972
- 6) Hipona, F.A., Paredes, S. and Lerona, P.T.: Roentgenologic analysis of common postoperative problems in congenital heart disease. *Radiol. Clin. North Am.*, 9: 229—251, 1971
- 7) Fraser, R.G. and Pare, J.A.P.: Pulmonary edema. In *Diagnosis of Diseases of the Chest*. pp. 1228—1296, 1977, W.B. Saunders, Philadelphia
- 8) Sone, S., Higashihara, T., Kotake, T., Morimoto, S., Miura, T., Ogawa, M. and Sugimoto, T.: Pulmonary manifestation in acute carbon monoxide poisoning. *A.J.R.*, 120: 865—871, 1974
- 9) Blaisdell, F.W. and Lewis, F.R.: Characterization of the respiratory distress syndrome. In *Respiratory distress syndrome of shock and trauma: Post-traumatic Respiratory Failure*. pp. 28—48, W.B. Saunders, Philadelphia

- 10) 森本静夫, 曾根脩輔, 横田侃児, 東原恵郎, 池添潤平, 島田康宏: 乳児の adult respiratory distress syndrome の 1 例, 臨床放射線, 25: 305—308, 1980
- 11) Freed, T.A., Buja, L.M., Berman, M.A. and Roberts, W.C.: Pulmonary hemorrhage: Radiographic and pathological correlation in patients with congenital cardiac disease dying following cardiac surgery. *Radiology*, 94: 555—560, 1970
- 12) Wagenvoort, C.A., Nauta, J., van der Schoor, P. J., Weeda, H.W.H. and Wagencoort, N.: Vascular changes in pulmonic stenosis and tetralogy of Fallot studied in lung biopsies. *Circulation*, 36: 924—932, 1976
- 13) 曾根脩輔, 東原恵郎, 森本静夫, 横田侃児, 池添潤平, 川崎勝弘, 城戸良弘, 小川嘉誉, 岡川和弘: 術後肺合併症の X 線診断: その 1. 無気肺を中心に, 消化器外科, 2: 1099—1104, 1979
- 14) Baeza, O.R., Wagner, R.B. and Lowery, B.D.: Pulmonary hyperinflation: A form of barotrauma during mechanical ventilation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 70: 790—803, 1975
- 15) Griscom, N.T., Wohl, M.E.B. and Kirkpatrick, J.A. Jr.: Lower respiratory infections: How infants differ from adults. *Radiol. Clin. North Am.*, 16: 367—387, 1978
- 16) 島田康弘, 吉矢生人, 田中一彦, 山崎登自, 公文啓二, 石田詔治, 川島康生: 心・大血管外科手術後の呼吸管理, *ICU と CCU*, 2: 461—467, 1978
- 17) Culver, G.A., Makel, M.H.P. and Beecher, H. K.: Frequency of aspiration of gastric contents by the lungs during anesthesia and surgery. *Ann. Surg.*, 133: 289—292, 1951