

肺手術の術前検査としての低酸素 負荷試験の意義について

大阪医科大学外科学教室（指導：麻田栄教授）

入 江 義 明

〔原稿受付 昭和35年7月9日〕

ON THE SIGNIFICANCE OF THE ANOXEMIA TEST PRIOR TO PULMONARY SURGERY

by

YOSHIAKI IRIE

From the Department of Surgery, Osaka Medical College
(Director: Prof. Dr. SAKAE ASADA)

The anoxemia test, consisting of 20 minutes inhalation of 10 per cent O₂, was performed as a tolerance test prior to surgery on 102 cases of patients with pulmonary diseases. Criteria for a positive test were, i) when patient fell into a state of shock or his maximal blood pressure fell below 2/3 of the original value, and ii) when electrocardiograms showed significant ST segment or T wave changes.

On the other hand, the patients were observed carefully during and after surgery for acute cardio-pulmonary crises such as shock, dropping of blood pressure, acute pulmonary edema, tachycardia, arrhythmia, cyanosis, dyspnea and abnormal electrocardiogram, which were due to surgical stress per se, and the results were correlated with the findings of the anoxemia test.

Of 102 patients, 21 had positive anoxemia tests while 81 were negative. The cardio-pulmonary crises due to surgery occurred in 10 patients in the test positive group whereas only 2 out of the test negative cases went into the crises. The test positive group consisted of 6 cases considered positive due to criterion i) and 15 cases due to criterion ii). The crises were observed in 4 cases out of the former and 6 out of the latter.

The relation of cardio-pulmonary function test values (vital capacity, Broncho-spirometry, arterial oxygen saturation and pressure of pulmonary artery etc.) to the anoxemia test findings were considered. It was found that the former was below the safety limit of pulmonary surgery in 9 out of 102 cases; 4 out of the 9 with positive anoxemia tests went into the crises, while on the other hand, only one out of the 5 anoxemia test negative cases had the crises. Furthermore, 17 cases with normal cardio-pulmonary function test values were found to have positive anoxemia tests, and 6 of them lapsed into the crises. It is noteworthy that 13 out of 15 cases with the abnormal electrocardiograms upon the anoxemia test showed the

cardio-pulmonary function test values which were within the safety limit. This was considered to indicate that cases with latent impairment of cardio-pulmonary functions were present among those with normal values of the cardio-pulmonary function tests. Hence, simultaneous performance of the anoxemia test appeared to be indispensable for detection of such a latent impairment.

As to the postoperative anoxemia in relation to the anoxemia test, many cases showed arterial oxygen saturation below 90 per cent within 72 hours postoperatively, the value being higher than that induced by the anoxemia test. This finding seemed to indicate that the test is a good presurgical tolerance test for pulmonary surgery.

The anoxemia test was repeated on 47 cases during the 3-6 months after surgery. Of the 10 test positive cases, 7 became negative and 3 remained positive during that time, while 2 became positive out of the 37 test negatives preoperatively. These cases in which the test became negative revealed marked recovery of arterial oxygen saturation, which seemed to play a principal role for the test negativity, and the saturation were lowered below those of preoperative values in many cases which became the test positives postoperatively.

Obvious side effects such as shock were seen only 9 times during the course of the study which consisted of 151 tests, and when these occurred complete recovery was brought about by prompt discontinuance of the test.

From these findings it was concluded that the anoxemia test, easy and safe to perform, should be of definite value as a preoperative test for pulmonary surgery in conjunction to the others.

目 次

第1章 緒 言	第5節 低酸素負荷試験の成績と一般心肺機能検査値との関係
第2章 研究対象	第6節 肺手術後の低酸素血状態並びに炭酸ガス蓄積状態について
第3章 研究方法並びに研究成績	第7節 低酸素負荷試験の成績は肺手術後どのように変化したか
第1節 肺手術前の低酸素負荷試験成績	第8節 低酸素負荷試験の禁忌並びに実施上の注意について
第2節 肺手術によつて心肺性危機に陥つた患者の、術前の低酸素負荷試験成績について	第4章 考 察
第3節 低酸素負荷試験の判定規準	第5章 結 語
第4節 低酸素負荷試験陽性者の術中並びに術後の臨床経過	

第1章 緒 言

肺手術は最近十数年間に急速の進歩を遂げ、往時に比して遙かに安全に実施され得るようになったが、なお時として術中又は術後に重篤な心肺性危機が発生し¹¹⁾¹³⁾¹⁸⁾⁴⁵⁾⁵²⁾、不幸の転帰をとる場合がある。この手術によつて招来される心肺性危機に対しては種々の対策が講ぜられているが、一方、その予防のため、術

前に各種の心肺機能検査が実施され⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁷⁾³⁸⁾、その検査値に安全限界値が定められており¹¹⁾²⁴⁾²⁸⁾³⁹⁾⁵⁹⁾⁶⁰⁾、更に近時心肺予備能力の検査として運動負荷試験、一側肺動脈閉塞試験、一側気管支閉塞試験⁴⁾²⁵⁾⁵⁹⁾⁶⁰⁾等の負荷試験が行われるようになり、手術の安全性をたかめべく多くの努力が続けられて来た。最近、この予備能力検査の一つとして低酸素負荷試験が注目されるようになったが²⁷⁾²⁹⁾⁵⁰⁾⁶²⁾、われわれは本学原内科教室に

於いて低酸素負荷試験に際して異常反応を示した患者に肺手術を行つて見ると、術中又は術後に心肺性危機に陥る者がかなり多いという臨床経験を持つたのである²⁾。一般に、肺手術の際の心肺性危機の発生と最も因果関係が深いのは Anoxia とされているので、著者は Anoxia に患者がどれだけ堪え得るかを術前に調べるならば、或程度この心肺性危機の発生を予測出来るのではないかと考えた。そこで、一種の抵抗試験という意味で、低酸素負荷試験を肺手術前に実施し、この成績と術中、術後の患者の経過とを比較検討したところ、術前検査としての本試験の意義を認め得る興味深い知見を得たので、こゝに報告し、御批判を仰ぐ次第である。

第2章 研究対象

昭和29年10月より昭和35年5月に至る5年8ヵ月の間に、当教室に入院し手術を受けた肺疾患々者の中から102例を選び、研究対象とした。

これらの症例を、疾患別に見ると、肺結核が最も多く89例を占め(表1)、術式別に見ると、肺葉切除術が35例で最も多数であり、以下肺区域切除術21例、肺切除術+胸成術12例、肺剔除術10例、胸廓成形術10例の順で(表2)、性別は男79例、女23例であり、年令別では比較的若年者(20才台~30才台)が多く75例を占め、50才以上の高令者は6例であつた(表3)。

表3 研究対象の性、年令別分類

年 令	10~19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~	計
男	3	31	29	11	4	1	79
女	4	10	5	3	1	0	23
計	7	41	34	14	5	1	102

第3章 研究方法並びに研究成績

上述の患者102例に対して、術前に低酸素負荷試験を実施し、同時に本試験と並行して心臓カテテル検査及び各種肺機能検査を行い、次いでその患者の術中、術後の経過を観察し、更に術後数日に亘つて動脈血酸素飽和度を追跡し、且つ再び術後に本試験を施行することによつて、術前検査としての本試験の意義を検討した。以下、各項目毎に述べる。

第1節 肺手術前の低酸素負荷試験成績

1) 研究方法

低酸素負荷試験の実施方法としては、患者を仰臥せ

表1 研究対象の疾患別分類

病 名	例 数
肺 結 核	89
自 然 気 胸	3
肺 癌	3
気 管 支 拡 張 症	2
気 管 支 性 囊 胞	2
膿 胸	2
気 管 支 線 維 腫	1
計	102

表2 研究対象の術式別分類

術 式	例 数
肺 葉 切 除 術	35
肺 区 域 切 除 術	21
肺 切 除 + 胸 成 術	12
肺 剔 除 術	10
胸 廓 成 形 術	10
剝 皮 術 + 肺 切 除 術	6
一 葉 切 除 + 区 域 切 除 術	3
膿 胸 排 膿	2
試 験 開 胸	2
二 葉 切 除 + 胸 成 術	1
計	102

しめて充分な安静をとらしめた後、酸素(10%)、窒素(90%)の混合ガスを Half Mask により20分間呼吸せしめた。そして負荷直前及び負荷開始後5分毎に20分迄計5回、呼吸、脈搏、血圧等の一般状態を観察し、同時に右上腕動脈より採血して動脈血酸素飽和度、動脈血酸素含量並びに動脈血炭酸ガス含量を Van Slyke-Neil 法によつて測定し、更に心電図を標準12誘導について観察した。なお、一部の患者に対してはX線透視下に静脈カテテルを挿入し、その先端を肺動脈内に位置せしめ、低酸素負荷試験に際しての肺動脈圧の変動を追求した。

2) 研究成績(表4)

表4 低酸素負荷試験成績一覧

症 例	年 性 令	病 名	術前低酸素負荷試験成績			術 式	心 肺 性 危 機		術後低酸素負荷試験成績		
			血 圧	心 電 図	動脈血酸素飽和度		術 中	術 後	血 圧	心 電 図	動脈血酸素飽和度
1. N.Y.	26♀	肺 結 核	ショック(陽性)		(76.4%)	左肺剔除	血圧下降 心室細動 死亡				
2. Y.N.	20♀	〃	〃 (〃)		(71.3%)	左S ₁₊₂ S ₃ 区切	肺水腫	肺水腫	陰 性		78.4%
3. H.D.	25♂	〃	〃 (〃)			左肺剔除		頻脈, 呼吸困難	ショック(陽性)		
4. T.I.	41♂	〃	〃 (〃)		(48.0%)	左胸成					
5. K.K.	53♂	肺 癌	血圧下降(〃)		(66.0%)	試験開胸	ショック	ショック			
6. S.G.	28♂	肺 結 核	〃 (〃)		43.8%	左S ₁₊₂ 区切					
7. M.M.	36♂	〃		ST-0.48mV (陽性)	41.3%	右S ₁ S ₂ 区切		不整脈, 頻脈, 呼吸困難 チアノーゼ			
8. M.I.	24♂	〃		ST-0.4mV (〃)	47.1%	右下葉切除		呼吸困難	陰 性		62.0%
9. O.K.	26♂	〃		ST-0.7mV (〃)	48.3%	左肺剔除		呼吸困難 チアノーゼ			
10. K.T.	32♂	〃		ST-0.7mV (〃)	(60.0%)	右上葉切除		呼吸困難	陰 性		63.1%
11. O.T.	30♂	〃		ST-0.45mV	62.7%	左胸成		肺水腫			
12. K.D.	42♀	〃		ST-0.3mV (〃)	57.8%	右上葉切除		呼吸困難 チアノーゼ			
13. O.K.	30♀	〃		ST-0.3mV (〃)	42.9%	右上葉切除	陰性化後施行, 事故なし		陰 性		58.7%
14. S.G.	19♂	自 然 気 胸		ST-0.41mV (〃)	59.7%	左S ₁₊₂ 部切 + 剝皮					
15. M.U.	31♂	肺 結 核		ST-0.45mV (〃)	55.2%	左S ₁₊₂ S ₃ 区切 + 胸 成			陰 性		63.5%
16. N.M.	34♂	〃		ST-0.67mV (〃)	48.1%	左上葉切除					
17. T.N.	22♂	〃		ST-0.17mV (〃)	60.8%	右下葉切除			陰 性		64.6%
18. S.J.	21♂	〃		T逆転 ST-0.18mV (〃)	65.2%	右上葉切除			ST-0.3mV		54.5%
19. I.I.	32♀	〃		ST-0.1mV (〃)	45.8%	右上葉切除			陰 性		69.9%
20. S.T.	42♀	〃		ST-0.3mV (〃)	64.7%	左S ₁₊₂ 部切			ST-0.32mV		48.7%
21. I.N.	35♂	〃		ST-0.65mV (〃)	78.4%	右上葉切 + 胸成					
22. K.M.	48♂	〃			68.5%	右上葉切除		肺水腫			59.3%
23. Y.D.	23♀	〃			59.1%	右肺剔除		肺水腫			
24. O.T.	29♂	〃			40.6%	左肺剔除					64.7%
25. M.H.	23♂	〃			66.1%	左肺剔除					64.4%

26. Y.T.	25合	肺 癌	62.8%	右肺切除			
27. K.D.	22早	肺 結 核	47.2%	右下葉切除			
28. S.R.	27合	"	42.3%	右上葉切除	血压下降	(72.4%)	
29. T.M.	28早	"	56.8%	左上葉切除	血压下降	(76.7%)	
30. K.N.	29合	"	68.5%	右上葉切+胸成			
31. N.N.	40早	"	62.5%	左胸成			
32. O.H.	29合	"	58.7%	右S ₁ S ₂ 区切			
33. W.N.	54合	"	65.9%	右上葉切除		61.4%	
34. M.H.	20合	"	78.3%	左胸成			
35. M.Y.	26合	"	54.3%	右S ₂ 区切			
36. M.T.	41合	"	59.7%	左S ₁₊₂ 区切+胸成			
37. U.K.	26合	気管支拡張症	71.1%	左肺切除			
38. N.J.	40合	肺 結 核	64.0%	右胸成			
39. G.T.	25合	"	51.8%	左S ₆ 区切+胸成			
40. M.D.	34合	"	56.1%	左胸成			
41. K.G.	38合	"	57.7%	右S ₁ S ₂ 区切			
42. O.D.	20早	"	52.1%	右S ₂ 区切		58.8%	
43. M.R.	41合	"	54.8%	右上葉切S ₆ 区切			
44. O.N.	31合	"	59.3%	右S ₁ S ₂ 区切		58.0%	
45. M.G.	42合	"	60.2%	右胸成		51.1%	
46. U.M.	24合	"	50.6%	右S ₁ S ₂ 区切+胸成		48.6%	
47. S.G.	39合	"	52.6%	右S ₁ S ₂ 区切		71.4%	
48. A.D.	34合	"	71.2%	右上葉切+胸成		57.7%	
49. A.T.	24合	肺 結 核	60.5%	右上葉切除			
50. Y.M.	26早	"	80.6%	剥 皮		70.6%	
51. S.Y.	28合	"	59.2%	左S ₂ S ₆ 区切		59.5%	
52. A.N.	29合	"	43.4%	右S ₁ S ₂ 区切+胸成			
53. K.H.	23合	"	61.6%	右上葉切除		61.8%	
54. H.T.	39合	"	59.7%	右S ₁ S ₂ 区切		55.1%	
55. Y.D.	19早	"	79.4%	左S ₁₊₂ S ₃ 区切			
56. S.B.	19合	"	51.3%	左S ₁₊₂ 区切		64.0%	
57. T.U.	31早	"	80.3%	右上・下葉切除		63.7%	
58. N.H.	26合	"	59.3%	左S ₆ 区切			
59. T.T.	19早	肺 癌	52.7%	試験開胸			

症 例	年 性 令	病 名	術前低酸素負荷試験成績			術 式	心 肺 性 危 機		術後低酸素負荷試験成績		
			血 圧	心 電 図	動脈血酸素飽和度		術 中	術 後	血 圧	心 電 図	動脈血酸素飽和度
60. H. E.	34合	肺 結 核			59.7%	右S ₁ 区切+剝皮					63.0%
61. S. I.	24合	"			59.3%	左上葉切除					54.6%
62. W. S.	53合	"			50.3%	右上葉切除					
63. I. U.	36合	"			51.1%	右上葉切S ₆ 区切					
64. U. D.	23合	"			58.2%	右上葉切除					60.5%
65. S. Y.	43合	"			79.2%	剝皮					
66. O. D.	17早	"			67.7%	右上葉切除					82.6%
67. S. H.	29合	"			61.4%	左S ₁₊₂ 区切					62.8%
68. N. R.	35合	"			65.1%	右上葉切除					66.6%
69. M. T.	33合	"			67.2%	右上葉切除					70.7%
70. N. T.	33早	"			42.9%	右上葉切除					63.7%
71. N. M.	33合	気管支性囊胞			50.0%	右下葉切除					53.5%
72. K. R.	24合	肺 結 核			65.7%	右S ₁ 部切					
73. T. G.	34合	"			54.1%	右上葉切+胸成					
74. M. T.	33合	"			70.7%	右胸成					
75. K. G.	25合	管気支線維腫			68.8%	左肺剔除					
76. O. D.	17早	肺 結 核			82.6%	左下葉切除					
77. N. M.	32合	"			66.6%	左S ₁₊₂ S ₃ 区切					
78. S. T.	30合	"			70.0%	左S ₁ 部切+剝皮					65.4%
79. M. Z.	45合	自然気胸			69.5%	右上葉切除					
80. H. R.	37合	肺 結 核			61.2%	右上葉切+胸成					56.8%
81. H. T.	40合	"			62.2%	右S ₃ 区切+胸成					61.9%
82. K. N.	37合	"			61.1%	右上葉S ₆ 区切					68.0%
83. K. M.	30合	"			67.3%	右上葉切除					58.5%
84. F. O.	32合	"			56.5%	右上葉切+胸成					55.8%
85. N. N.	23合	"			59.1%	左肺剔除					
86. N. N.	20合	"			56.3%	右上葉切除					
87. M. N.	50合	膿 胸			65.3%	排膿剝皮					
88. W. N.	21合	自然気胸			66.2%	左S ₁ 部切+剝皮					
89. T. S.	24早	膿 胸			71.4%	排膿剝皮					55.2%

90. K.D.	38♂	肺	結核	右胸成	61.8%	右胸成	59.4%
91. H.G.	37♀	〃	〃	右胸成	69.9%	〃	67.1%
92. M.K.	23♀	〃	〃	左下葉切除	52.0%	〃	〃
93. F.D.	43♂	気管支拡張症	〃	右中葉切除	56.5%	〃	〃
94. Y.N.	31♂	肺	結核	左上葉切除	62.2%	〃	〃
95. Y.M.	42♂	〃	〃	左上葉切除	60.9%	〃	〃
96. Y.D.	18♂	〃	〃	右上葉切除	50.0%	〃	〃
97. I.W.	23♂	〃	〃	右上葉切除	68.1%	〃	〃
98. N.S.	29♀	〃	〃	左S ₁₊₂ 区切	86.9%	〃	〃
99. N.S.	31♂	〃	〃	左S ₁₊₂ S ₆ 区切	58.3%	〃	〃
100. M.T.	30♂	〃	〃	左上葉切除	70.8%	〃	62.6%
101. T.G.	55♀	気管支性嚢腫	〃	右S ₃ 区切	65.9%	〃	〃
102. N.J.	67♂	肺	結核	右上葉切除	70.6%	〃	〃

低酸素負荷試験により、多数の症例は正常と考えられる経過をとつたが、少数の症例はこれに反して異常な経過を示した。

i) 呼吸 (図1): 呼吸は一般にその深さを増すとともにその数を増し、負荷後5分で約10%, 20分で20%の増数を示した。しかし、102例中2例に於いては負荷後15分で高度の呼吸困難を来したがために試験を中止せざるを得なかつた。その中の1例は同時に心電図上ST降下を来し、他の1例は血圧下降を来した。

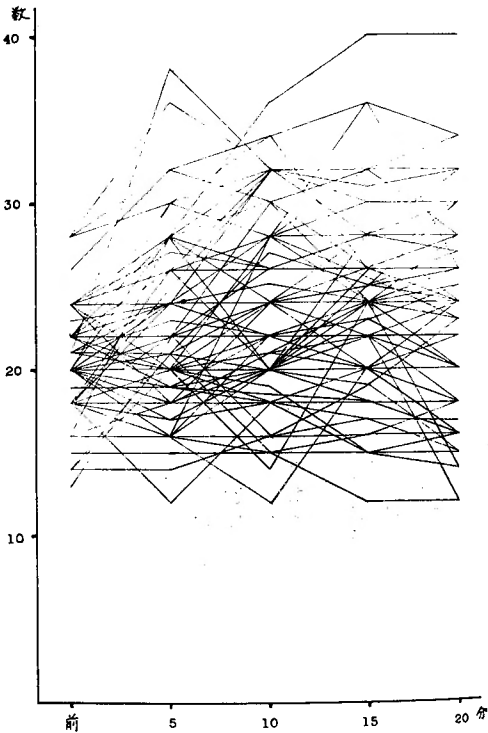


図1 低酸素負荷時の呼吸数の変化

ii) 脈搏 (図2): 脈搏数は一般に負荷後5分で約20%の急速な増加を示したが、以後はそのままで持続する例が多かつた。しかし、102例中6例に於いては負荷後5~15分で著明な徐脈を来し、その中の4例はショックに陥り、2例は著明な血圧下降を示した。

iii) 血圧 (図3): 最高血圧は負荷後5分で軽度上昇した者が38例、軽度に下降した者が46例見られたが、10分以後には概ね下降した例が多く、負荷後20分では上昇した者が22例で、他は同程度か或いは下降を示した。一方、最低血圧は負荷後僅かに上昇した3例を除き、他はすべて下降し、凡そ20%の下降を示し

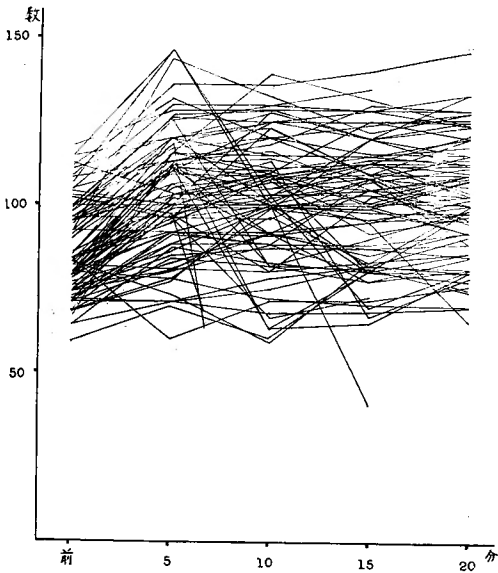


図2 低酸素負荷時の脈搏数の変化

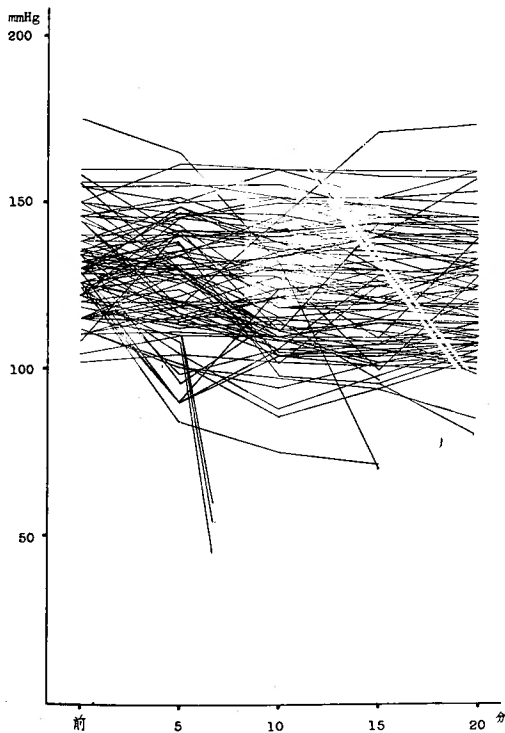


図3 低酸素負荷時の最高血圧の変化

1例は負荷後15分頃から徐脈を呈し、これら4例とも顔面蒼白となり、チアノーゼを来し、最高血圧が60 mmHg以下に下降してショック状態に陥ったが、直ちに室内空気に切り換えることによって回復し、数分後には正常に復帰した。他の2例はかかるショック状態には陥らなかったが、負荷後10分頃から脈搏数が減少し、1例では負荷前の84から72に、1例では83から67となり、同時に血圧も下降して最高血圧は前者では124mmHgから80mmHgへ、後者では126mmHgから72mmHgへと、ともにもとの2/3以下に下降した。

iv) 動脈血酸素飽和度 (図4): 負荷後5分で急速に減少したが、以後はゆるやかな減少を示した。負荷後20分の値は、最高値86.9%, 最低値40.6%であった。しかし102例中13例に於いては、負荷後20分で動脈血酸素飽和度が著明に減少して49%以下を示し、その中の6例は心電図上ST降下を来し、1例はショックに陥り、1例は血圧下降を示した。

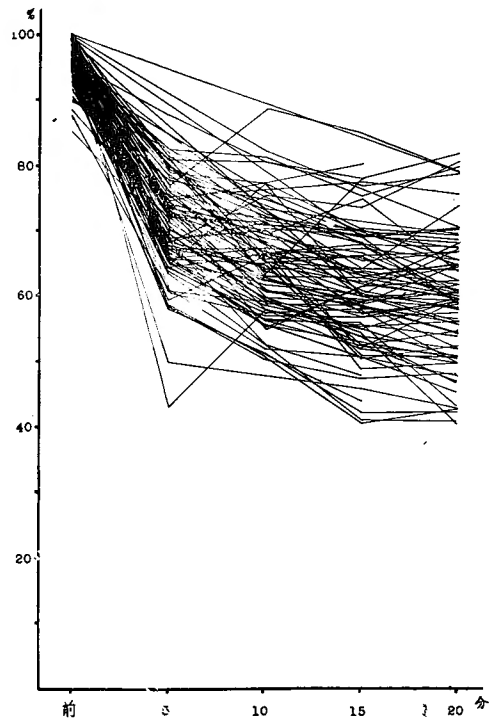


図4 低酸素負荷時の動脈血酸素飽和度の変化

v) 動脈血酸素含量 (図5): 動脈血酸素飽和度と同様、負荷後5分で急速に減少したが、以後はゆるやかな減少を示した。負荷後20分の値は負荷前に比し凡そ7 Vol%の減少を示した。貧血のため酸素含量が

しかし102例中6例に於いては本試験中最高血圧が著明に下降した。その中の3例は負荷後5分頃から、

9.8 Vol % の低値を示した1例があつたが、この例では負荷後20分で動脈血酸素含量が4.4 Vol % (動脈血酸素飽和度が45.8%) となり、同時に心電図上 ST 降下を認めた。

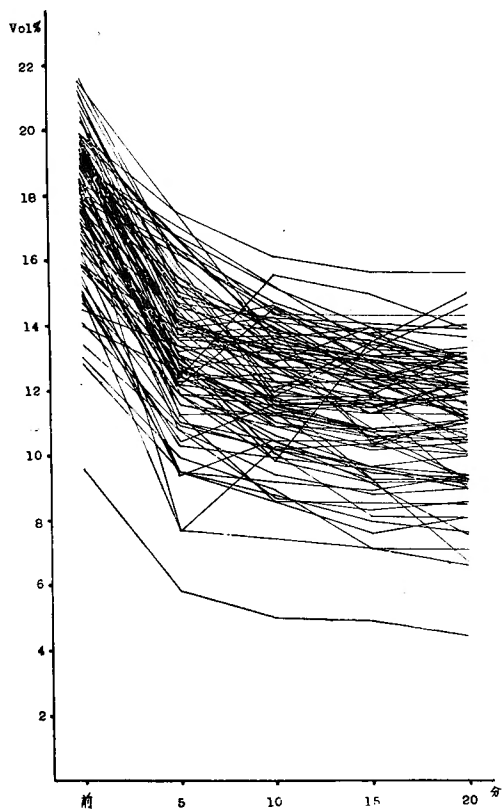


図5 低酸素負荷時の動脈血酸素含量の変化

vi) 動脈血炭酸ガス含量 (図6): 負荷後5分で急速に減少し、以後ゆるやかに減少する例が多かつた。負荷後20分では、負荷前に比し凡そ3 Vol % の減少を示した。

vii) 肺動脈圧 (図7): 15例につき測定したが、中14例に於いては負荷後5分で肺動脈平均圧が急速に上昇し、以後は僅かに上昇又は下降し、20分では負荷前に比し凡そ7 mmHg (50%) の上昇を示した。14例とも負荷前値は20 mmHg 以下で、負荷後値も25 mmHg を超えた例は見られなかつた。しかし他の1例では負荷前から33 mmHg の高値を示し、負荷後20分でこれが38.1 mmHg に上昇したが、呼吸困難、その他の合併症を見ることなく、よく20分間の負荷に耐えた。

viii) 心電図 102例中15例に於いて Levy の判定

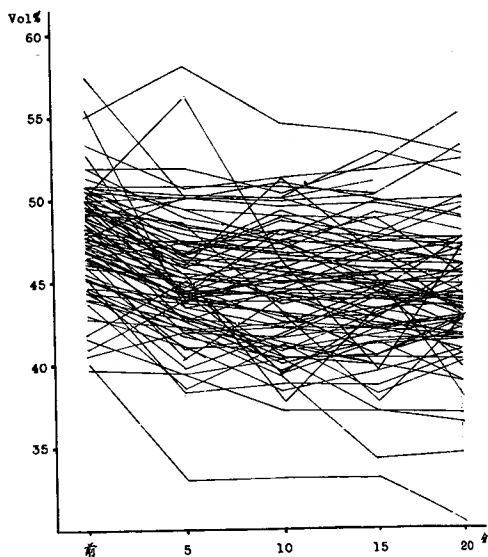


図6 低酸素負荷時の動脈血炭酸ガス含量の変化

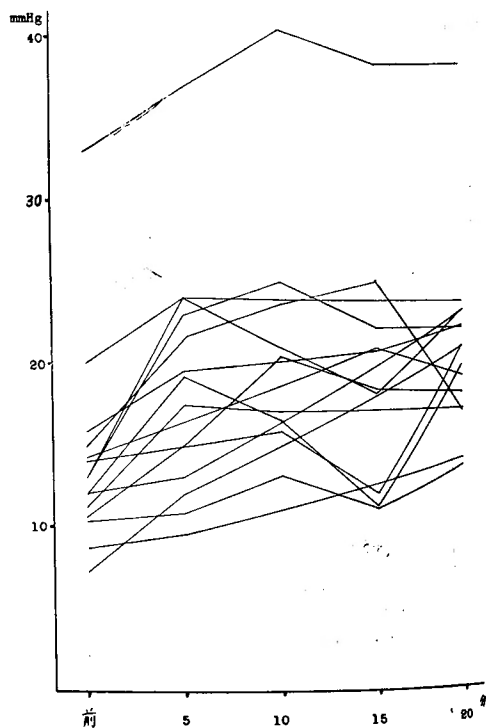


図7 低酸素負荷時の肺動脈平均圧の変化

規準による ST, T の変化を認めた。ショック、血圧下降を来して本試験を中止したがため心電図描記が不能であつた5例を除き、その他の82例では心電図に異

常を認めなかつた。上述の異常群15例の心電図変化を更に詳しく検討したところ、負荷後20分でI, II, III, V₁誘導でST降下の総和が0.3 mV以上を示した者が14例であり、V₄誘導でTの完全逆転を示した者が、1例であつた。なお、これら15例中1例は負荷後15分でI, II, III, V₄誘導でST降下の総和が0.7 mVとなり、呼吸困難を強く訴えたがために試験を中止したが、他の14例は試験中殆んど自覚症状を来することなく、よく20分間の負荷に耐えた。

なお、心電図異常を示した15例の動脈血酸素飽和度は、図8の如くかなり低い値を示し、中6例は49%以下の値を示した。即ち、心電図異常を示した15例の約半数では動脈血酸素飽和度の著明な減少が心電図異常の有力な原因となつたものと思われる。

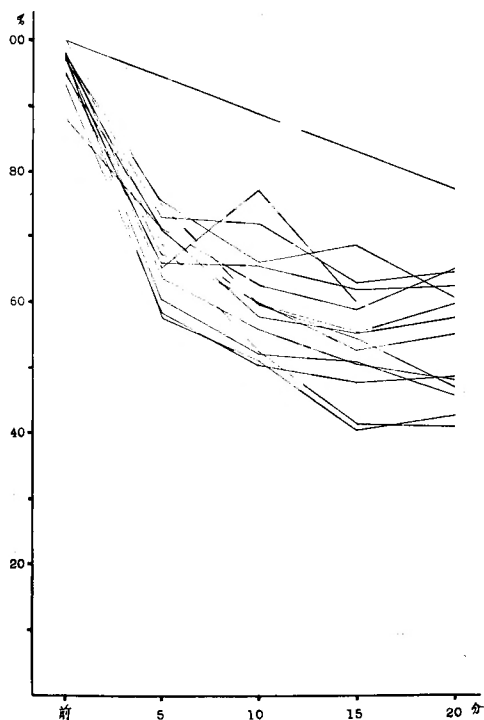


図8 心電図異常者の低酸素負荷時の動脈血酸素飽和度の変化

3) 小 括

肺手術予定者102例に対し、術前に10%低酸素負荷試験を20分間施行し、次の成績を得た。即ち、大多数では、本試験により負荷後20分で呼吸及び脈搏数が20%増加し、血圧は軽度の下降を示したが、心電図に異常を認めず、動脈血酸素飽和度は凡そ63%に迄下

降し、動脈血酸素含量は凡そ7 Vol %の減少を来し、肺動脈平均圧は約50%の上昇を示し、以上が本試験に際してのほぼ正常な経過と考えられた。

一方、少数例に於いては異常な経過が観察された。即ち、2例では呼吸困難を来したがために試験を中止し、6例では負荷後徐脈を来すとともに血圧が著明に下降して中4例はショックに陥り、15例では心電図にST降下、T逆転等の異常を認め、13例では動脈血酸素飽和度が49%以下に減少した。これらの異常経過を示した患者の実数は26名であつて、即ち、8例に於いては上述の異常所見の2,3が重なつて発現したものである。なお、心電図異常を示した患者の約半数に於いては動脈血酸素飽和度の著明な減少が認められ、これが心電図異常所見発現の有力な原因と考えられた。

第2節 肺手術によつて心肺性危機に陥つた患者の、術前の低酸素負荷試験成績について。

1) 研究方法

肺手術予定者102例に対する低酸素負荷試験の成績は上述の如くであるが、次いで著者は、肺手術の術中並びに術後に心肺性危機に陥つた患者の本試験の成績を検討した。

こゝでいう心肺性危機とは、手術侵襲が直接の原因となつた術中並びに術後のショック、急性肺水腫、チアノーゼ、不整脈、頻脈(24時間以上に亘つて脈搏数120以上)、呼吸困難(24時間以上に亘つて呼吸数40以上)等の重篤な心肺性症状を指すものである。

2) 研究成績

被検者102例中、肺手術の術中、術後にかかる心肺性危機に陥つた患者が12例(11.8%)見られたが、これらの各症例について述べる(表4)。

症例1 右肺切除術中心室細動を発生し、死亡した例であるが、術前の本試験に際し、負荷後7分で徐脈を来し、ショックに陥つた。

症例2 左S₁₊₂, S₃切除術中より急性肺水腫を発生し、術後も持続した例であるが、術前の本試験に際し、負荷後7分で徐脈を来し、ショックに陥つた。

症例3 左肺切除術中の血圧の動揺が激しく、且つ術後3日間に亘り頻脈を来した例であるが、本試験は負荷後5分で徐脈を来し、ショックに陥つた。

症例5 試験開胸例であるが、術中、術後に数回ショックに陥り、本試験に際しては15分で徐脈を来し、血圧は負荷前の2/3以下に下降し、呼吸困難を訴えたため15分で試験を中止した。

症例7： 右 S_1 , S_2 切除術後呼吸困難, チアノーゼ, 3日間に亘る不整脈と頻脈を来した例であるが, 本試験に際して心電図でST降下の総和が0.48 mVであつた。

症例8： 右下葉切除術後呼吸困難を来した例であるが, 本試験に際して心電図でST降下の総和が0.4 mVであつた。

症例9： 左肺切除術後呼吸困難, チアノーゼを伴つた例であるが, 本試験は心電図でST降下の総和が0.7 mVを示した。

症例10： 右上葉切除術後2日間に亘り高度の呼吸困難を来した例であるが, 本試験は心電図でST降下の総和が0.7 mVを示し, 高度の呼吸困難を訴えたので, 負荷後15分で試験を中止した。

症例11： 左胸廓成形術後急性肺水腫を合併した例であるが, 本試験では心電図でST降下の総和が0.45 mVを示し, 肺動脈平均圧が38.1 mmHgに迄上昇した。

症例12： 右上葉切除術後2日間に亘り呼吸困難とチアノーゼを来した例であるが, 本試験では心電図上ST降下の総和が0.3 mVを示した。

症例22： 右上葉切除術後急性肺水腫を発生した例であるが, 本症例では術前の本試験に際し異常が認められなかつた。

症例23： 右肺切除術後急性肺水腫を発生した例であるが, 本症例も術前の本試験は正常経過を示した。

以上の如く, 手術によつて心肺性危機に陥つた患者12例中10例(83.3%)が, 術前の本試験に際してショック, 血圧下降, 心電図異常等の異常所見を示し, 他の2例のみが正常経過を示したのである。

第3節 低酸素負荷試験の判定規準

次に著者は低酸素負荷試験の際観察された上述の種々の変化と, 患者が示した術中, 術後の経過との関係をまとめてみた。

i) 先ず, 呼吸数は一般に増加を示したが, 逆に一回換気量が増加して呼吸数が減少した症例も見られ, ii) 次に, 脈搏数は負荷後一般に増加を示したが, 逆に減少を示した症例が却つてショックに陥つたり, 又は血圧の下降を来し, iii) 動脈血酸素飽和度はとくに減少して49%以下となつた者が13例見られたのであるが, その中手術によつて心肺性危機に陥つたのは3例で, しかもこの3例はいずれも心電図にも異常が認められ, iv) 動脈血酸素含量が著明に減少した症例では同時に心電図にも異常が見られ, v) 動脈血炭酸ガス

含量の減少率と心肺性危機との間には相関々係が認められず, vi) なお, 肺動脈平均圧が負荷前から高値を示し, 本試験により更に上昇を示した1例が肺水腫を発生したが, この例では同時に心電図上異常が認められたのである。

以上の諸点を勘案し, 著者は実地臨床上, 簡易な判定を行いたいとの意図から, 肺手術前の負荷試験としての本試験に, 次の如き判定規準を設けてみた。即ち,

本試験に際して

1) ショックに陥るか, 又は最高血圧が負荷前値の2/3以下に下降するもの,

2) 心電図上ST, Tの変化が現われるもの,

この1), 2)の何れか一方又は両方の変化が現われる患者を低酸素負荷試験陽性者(1)を血圧下降陽性者, 2)を心電図陽性者)と判定することとした。

この判定規準に従つて, 改めて全症例を検討したところ, 本試験の術前陽性者は21例(血圧下降陽性6例, 心電図陽性15例)となり, 手術によつて心肺性危機に陥つた者12例中の10例がこの陽性者の中に含まれていることを知つた。換言すると, 被検者102例中陽性者が21例発見され, この中の10例, 即ち, 約半数が手術によつて心肺性危機に陥つたのであるが, これに反して術前の本試験陰性者81例からは手術によつて心肺性危機に陥つた者は僅か2例に過ぎなかつたのである。

更に陽性者を血圧下降陽性者と心電図陽性者の二群に分けて検討した。血圧下降陽性者は6例あり, その内訳はショックに陥つた者が4例, 血圧がもとの2/3以下に下降した者が2例であつたが, 前者の中3例が, 後者からは1例が手術によつて心肺性危機に陥つた。即ち, 血圧下降陽性者6例中4例, 66.6%の高率に手術によつて心肺性危機を発生したのに反し, 血圧下降陰性者96例からは手術によつて心肺性危機に陥つた者は8例(しかもこの中の6例は心電図陽性者), 8.3%に過ぎなかつた。

次に, 心電図陽性者は15例見られたが, その中手術によつて心肺性危機に陥つた者は6例であり, 即ち, 心肺性危機発生率は40%であつた。これに反して心電図陰性者87例からは手術によつて心肺性危機に陥つたのは6例(しかもこの中の4例は血圧下降陽性者)のみで, 即ち, 心肺性危機発生率は6.9%に過ぎなかつた。

このような有意の成績を示す結果を得たので以下,

著者は本試験に際してこの判定基準を用いることとした。

第4節 低酸素負荷試験陽性者の術中並びに術後の臨床経過

次に、上述の判定基準により、術前の低酸素負荷試験陽性と判定された患者21名の、肺手術の術中並びに術後の臨床経過を、とくに心肺機能を中心として、具体的に述べることにする(表4)。

症例1. N. Y., 26才, 女, 肺結核。右肺に広範な病巣を有し、心臓カテテル検査成績は表5の如くで、安静時肺動脈平均圧が20mmHg, 動脈血酸素飽和度が87.0%を示した。術前の本試験に際しては負荷後7分でショックに陥つた。本症例に対し右肺切除術が行われたが、術中気管内吸引を契機として心室細動が発現し、心臓マッサージの必要なく、凡そ2時間後に死亡した。

表5 症例1の心臓カテテル検査成績

検 査 項 目		測 定 値
呼 吸 数		20/min
分 時 換 気 量		1.6 l/min
酸 素 消 費 量		126 cc/min
酸 素 当 量		2.84
動 脈 血 酸 素 含 量		14.3 Vol %
動 脈 血 酸 素 容 量		16.4 Vol %
動 脈 血 酸 素 飽 和 度		87.0%
混 合 静 脈 血 酸 素 含 量		10.2 Vol %
動 静 脈 酸 素 含 量 差		4.1 Vol %
心 搏 出 量		4.0 l/min
心 係 数		3.08 l/min
肺 毛 細 管 圧 (平均)		8.0 mmHg
肺 動 脈 圧	最 高	28.5 mmHg
	最 低	13.5 mmHg
	平 均	20.0 mmHg
右 室 圧	最 高	28.9 mmHg
	最 低	6.3 mmHg
	平 均	16.5 mmHg
右 房 圧 (平均)		3.9 mmHg

症例2. Y. N., 20才, 女, 肺結核。右肺上野に拇指頭大の乾酪巣を有し、一般心肺機能検査値はいずれも正常であつたが、術前の本試験に際して負荷後7分でショックに陥つた。本症例に対し左 S_{1+2} 、 S_3 の区域切除術が行われたが、術中より急性肺水腫が現わ

れ、多量の血性泡沫状喀痰が湧出し、チアノーゼが発来したが、補助呼吸を行いつつ、手術を終了した。術後も肺水腫は持続したので、気管内挿管のまま適時喀痰の吸引を行い、純酸素を呼吸せしめたのであるが、術後2時間迄動脈血酸素飽和度は80%以下を示し、心電図上STの降下を認めた。術後30時間に至り、室内空気を呼吸せしめても動脈血酸素飽和度が86.4%に迄回復を見たので、気管内チューブを抜管し、以後、順調に経過した。

症例3. H. D., 25才, 男, 肺結核。左肺に広範な結核性病巣を有し、且つボタロー氏管閉存症を伴っていた患者で、%分時最大換気量は48.1%という低値を示し、術前の本試験により負荷後5分でショックに陥つた。開胸後血圧の動揺が激しかったが、ボタロー氏管が結紮された後は血圧の安定化を見たので、引きつづいて同時に左肺切除術が施行された。術後、3日間に亘り頻脈を来し、呼吸困難をも伴つて重篤な状態に陥つたが、酸素吸入、強心剤の投与等により危機を脱することが出来た。

症例4. T. I., 41才, 男, 肺結核。左上葉に主病巣があり、右上葉にも小病巣を有した症例で、一般心肺機能検査では著明な障害は見られなかつたが、本試験により15分で徐脈を来し、ショックに陥つた。依つて、本症例に対しては切除術を断念し、胸廓成形術を施行したところ、術中、術後を通じ事故を見ずに経過した。

症例5. K. K., 53才, 男, 肺癌。一般肺機能検査では肺活量2000cc, %肺活量は71.5%で、その他にも著明な障害は見られなかつたが、本試験により徐脈を来し、最高血圧は負荷前の2/3以下に下降し、高度の呼吸困難をも伴つたので、15分で試験を中止した。手術は右試験開胸に終つたのであるが、術中並びに術後に、数回のショックに陥り、輸血、強心剤の使用等により辛うじて事なきを得た。

症例6. S. G., 28才, 男, 肺結核。一般肺機能検査値は正常範囲内にあつたが、本試験では血圧下降陽性であつた。本症例に対し左 S_{1+2} 区域切除術が行われたが、術中、術後を通じて事故は見られなかつた。

症例7. M. M., 36才, 男, 肺結核。右上葉に小病巣を有し、一般心肺機能検査値は正常範囲内にあつたが、本試験で心電図陽性を示し、しかも動脈血酸素飽和度が41.3%にまで著減した。本症例に対し右 S_1 、 S_2 区域切除術が行われたが、術後、呼吸困難とチアノーゼを来し、3日間に亘つて不整脈と頻脈が認められ

た。

症例 8. M.I., 24才, 男, 肺結核. 右下葉に巨大空洞を有し, 一般肺機能検査値は正常範囲内にあったが, 本試験の際に心電図陽性を示し, 且つ動脈血酸素飽和度が47.1%に減少した. 手術は右下葉切除術が行われたが, 術後24時間に亘つて呼吸困難を来した。

症例 9. O.K., 26才, 男, 肺結核. 左肺に広範な病巣を有し, 一般肺機能検査値は正常範囲内にあったが, 本試験により心電図陽性を示し, 動脈血酸素飽和度が48.3%に減少した. 本症例には右肺切除術が施行されたが, 術後48時間に亘り呼吸困難を来し, 一時チアノーゼをも伴った。

症例 10. K.T., 32才, 男, 肺結核. 右上葉に病巣を有し, 一般肺機能検査値は正常範囲内にあったが, 本試験により動脈血酸素飽和度が60%に減少し, 図9の如きSTの降下と高度の呼吸困難を来したため, 15分で試験を中止せざるを得なかつた. 本症例に対し右上葉切除術が施行された. 術後, 動脈血酸素飽和度は92%を示し, 心電図上STの降下は認められなかつたが, 2日間に亘つて高度の呼吸困難を訴えた。

症例 11. O.T., 30才, 男, 肺結核. 左肺に広範な病巣と著明な肋膜肥厚を認め, 安静時の肺動脈平均圧が33mmHgを示し, 本試験は心電図陽性を示した. そのため本症例に対しては胸廓成形術が行われたのであるが, 術後, 急性肺水腫を合併し, 気管内挿管のまま純酸素吸入を行うことにより, 幸い危機を脱することが出来た。

症例 12. K.D., 42才, 女, 肺結核. 右上葉全体に病巣を有し, 一般肺機能検査値は正常範囲内にあったが, 安静時動脈血酸素飽和度は88.1%で, 本試験により動脈血酸素飽和度は57.8%となり, 心電図陽性を示した. 右上葉切除術が施行されたが, 術後24時間の動脈血酸素飽和度は73%を示し, 2日間に亘つて呼吸困難とチアノーゼを来した。

以下, 症例13~症例21は, 本試験により心電図陽性を示したのであるが, しかし手術により心肺性危機に陥らなかつた症例である。

症例 13. O.K., 30才, 女, 肺結核. 右上葉に緊張性空洞を有し, 第1回目の本試験により動脈血酸素飽和度が42.9%にまで減少し, 心電図陽性を示したため, 3ヵ月間化学療法を実施した後, 第2回目の本試験を行つたところ, 動脈血酸素飽和度は58.0%に回復し, 心電図所見は陰性化した. そこで, 初めて右上葉切除術を行い, 術中, 術後, 何等の異常なく順調に経

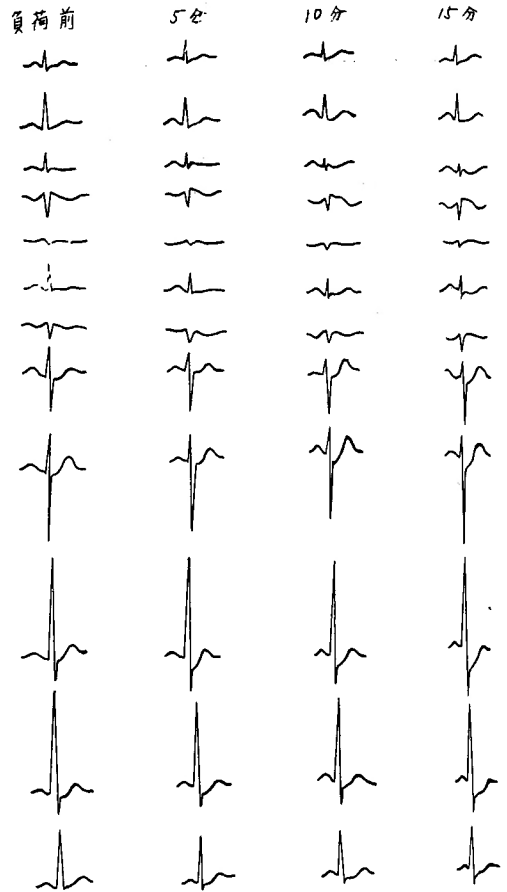


図9 症例10の低酸素負荷時の心電図変化

過した。

症例 14. S.G., 19才, 男, 自然気胸. Bleb 破裂による自然気胸で, 本試験により動脈血酸素飽和度は59.7%となり, 心電図陽性であった. 手術は病巣切除並びに剝皮術が行われたが, 心肺性危機は発生しなかつた. 手術によつて肺が直ちに充分に膨張し, 肺機能が著しく好転した故であろうと思われる。

症例15~症例21. 本試験で心電図陽性を示したにも拘らず, 手術によつて心肺性危機の発生を見なかつた. これらの症例は, 何れも術後24時間以内の動脈血酸素飽和度の減少程度が10%以内で, 本試験時のそれと比較して, 遙かに軽度であつたことが, 心肺性危機を発生しなかつた主な理由と思われるのである。

次に, 著者は対照として, 術前の本試験が陰性であつた81例の術中, 術後の経過を調査したところ, 僅かに2例のみが心肺性危機に陥つたことを知つたのであ

るが、この2例について述べる。

症例 22. K.M., 45才, 男, 肺結核。右側に主病巣を有する両側肺結核で本試験は陰性であつたが、術前対側の左肺活量が 680cc, 術側の右肺活量が 1907cc であつた。この患者に対して右上葉切除術が行われたが、術後、急性肺水腫を発生し、その際、動脈血酸素飽和度は 63% を示した。気管内挿管による純酸素呼吸により、血性泡沫状喀痰の消失を見、幸いにも救助することが出来た。

症例 23. Y. D., 23才, 女, 肺結核。右上葉並びに S₆ の空洞と、右中下葉に散布巣を有した症例で、本試験は陰性であり、又肺機能検査成績は、表 6 に示す如く、正常と思われた。本症例に対し右肺切除術が施行されたが、術後に急性肺水腫を発生し、約 6 時間後に死亡した。本症例には心臓カテーテル検査が実施されていないので肺動脈圧等のデータが欠如しているのであるが、一方、本症例では術中に過剰輸液が行われたという明瞭な事故の原因も存在したのである。

表 6 症例 23 の肺機能検査成績

検査項目	綜 合	右	左
肺 活 量	3303cc	1401cc	1901cc
補 氣 量	2552cc	1101cc	1376cc
呼 氣 予 備 量	851cc	350cc	450cc
一 回 呼 吸 量	651cc	275cc	300cc
% 肺 活 量	104.9%		
肺 活 量 左 右 比		42.4%	57.6%
分 時 換 氣 量	11.5 l/min	5.49 l/min	6.00 l/min
分 時 換 氣 量 左 右 比		47.8%	52.2%
酸 素 消 費 量	195.3cc	73.8cc	121.4cc
酸 素 消 費 量 左 右 比		37.8%	62.2%
分 時 最 大 換 氣 量	84.4 l/min		
% 分 時 最 大 換 氣 量	93.1%		
換 氣 予 備 量	72.9 l/min		
換 氣 予 備 率	86.3%		

第 5 節 低酸素負荷試験の成績と一般心肺機能検査値との関係

肺切除術が安全に施行し得るや否やを術前に予知せんがために、従来より一般心肺機能検査値について、肺切除術の安全限界値が提唱されて来た^{9) 11) 24) 28) 39) 52)}。ここで、著者はこれら安全限界値と本試験の成績との比較検討を試みた。

1) 研究方法

一般心肺機能検査値としては肺活量、とくに%肺活量、分時最大換気量、換気予備率、左右別肺機能、とくに対側肺活量、動脈血酸素飽和度、肺動脈圧等を採用挙げ、アイカ・ベネジクト型レスピロメーター及び心臓カテーテル法によつて測定し、これらの各値と本試験の成績との関連性を検討した。

2) 研究成績

多くの人々により肺切除術の安全限界値として、%肺活量は 60% (肺切除術)~40% (肺葉切除術)、%分時最大換気量は 60% (肺切除術)~40% (肺葉切除術)、

換気予備率は 80%、対側肺活量は 1200cc (肺切除術)~700cc (肺葉切除術)、動脈血酸素飽和度は 90% 以上、肺動脈平均圧は 20mmHg 以下という値が提唱されているが、被検者 102 例の中で、これらの安全限界値を割つた患者が 9 例認められた。この 9 例についての心肺機能検査成績と本試験の成績並びに術後の心肺性危機との関連性を取りまとめたところ、表 7 の如き結果を得た。

この表を要約すると、一般心肺機能検査値が一項目以上に亘つて安全限界値を割つていたこれら 9 例の本試験の成績は、陽性者が 4 例 (血圧下降陽性者 2 例、心電図陽性者 2 例)、陰性者が 5 例であつたが、陽性者は手術によつて 4 例の全例が心肺性危機に陥つたが、陰性者 5 例からは心肺性危機に陥つた者は 1 例に過ぎず、この 1 例は既述の対側肺活量が 680cc を示した患者であつた。

次に、著者は一般心肺機能検査値が正常範囲内にあるにも拘らず本試験が陽性を示した症例を調べたとこ

表7 一般心肺機能検査値が肺切除術の安全限界値を割っていた症例の一覧

症例	病名	術式	一般心肺機能検査				低酸素負荷試験		心肺性危機
			%肺活量 大換気量	%分時最 大換気量	換気 予備率	対側 肺活量	動脈血酸素飽和度	肺動脈圧	
1	肺結核	左肺切除	77.0				87.0	20.0	血圧下降・心室細動
3	ボタロー氏管開存	〃	71.1	48.1	80.4	2027	98.3	〃	頻脈・呼吸困難
11	肺結核	左胸腔成	67.0				95.2	33.0	肺水腫
12	〃	右上葉切除	72.3	60.2	83.9	1119	88.1	〃	呼吸困難・チアノーゼ
22	〃	〃	71.0	65.2	86.7	680	96.8	〃	肺水腫
24	〃	左肺切除	57.8	43.9	70.0	2141	85.2	9.7	〃
25	〃	〃	51.2	42.1	79.9	1755	98.9	〃	〃
26	〃	右肺切除	50.0				94.2	11.8	〃
27	〃	右下葉切除	79.9	26.8	43.0		95.7	〃	〃

ろ、表8の如く17例（血圧下降陽性4例、心電図陽性13例）認められた。この17例中、手術によつて心肺性危機に陥つたのは6例（血圧下降陽性2例、心電図陽性4例）であり、これは35.3%という高率であつた。

更に、一般心肺機能検査値が正常を示し、且つ本試験も陰性であつた76例からは手術によつて1例のみの心肺性危機の発生を認めたに過ぎず、この例は過剰輸液という明瞭な誘因もあつて急性肺水腫を合併した既述の肺切除例であつた。

3) 小括

一般心肺機能検査値が肺切除術の安全限界値を割つていた者が9例認められ、この9例中本試験も陽性の4例は手術によつて全例心肺性危機に陥り、本試験が陰性の5例からは1例の心肺性危機を発生したに過ぎず、一方、一般心肺機能検査値が正常を示したが、本試験が陽性の症例17例からは手術によつて心肺性危機に陥つた者が6例であつた。即ち、一般心肺機能検査値が低下していても、本試験が陰性であれば手術による心肺性危機の発生は少なく、反対に一般心肺機能検査値が正常範囲内にあつても本試験が陽性の場合には手術によつて心肺性危機に陥る可能性がかなり高いといふのである。

更に注目すべきことは、本試験の心電図陽性者15例中、一般心肺機能検査値が限界値を割つた症例は僅かに2例に過ぎなかつたことであつて、このことは一般心肺機能検査値が正常値を示す症例の中にもかなりの割合で潜在性の冠不全ないしは潜在性の肺機能障害者が含まれていることを意味し、これを術前に予知するためには是非とも本試験をも併せて実施すべきであると考えらるものである。

第6節 肺手術後の低酸素血状態並びに炭酸ガス蓄積状態について

肺手術後に於いては切除による肺活量の絶対的減少、疼痛による胸郭運動の制限、血胸や胸腔内滲出液貯溜による肺膨脹不全等のために、必ず肺機能の減退を来すので、低酸素血症を来すと同時に血中炭酸ガス含量が増加し、これらが術後の重篤な心肺性危機発現の基礎となるものと考えられる。そしてこの低酸素血状態は術後72時間以内に著明である場合が多く、この時期に多くの心肺性危機が発生するといわれている。そこで、著者は術後の低酸素血状態を再検討する目的で、肺手術後の動脈血酸素飽和度及び炭酸ガス含量を測定し、これと本試験によつて誘発される低酸素血状態との比較を試みた。

表 8 一般心肺機能検査値が正常範囲内にあるが低酸素負荷試験が陽性を示した症例の一覧

症 例	病 名	術 式	一 般 心 肺 機 能 検 査			低酸素負荷試験			心 肺 性 危 機
			%肺活量 大換気量	%分時呼吸量 予備率	換 気 対 肺 活 量	動脈血酸素飽和度	血 圧	心 電 図	
2	肺 結 核	左 区 域 切 除	67.4			93.6	114.4	シ ョ ッ ク	肺 水 腫
4	〃	左 胸 成	72.3	62.5	84.6	92.9		〃	〃
5	肺 癌	試 験 開 胸	71.5			95.1		血圧下降	シ ョ ッ ク
6	肺 結 核	左 区 域 切 除	91.2			99.8		〃	〃
7	〃	右 区 域 切 除	96.7			98.4	11.1	〃	不整脈・頻脈 呼吸困難・チアノーゼ
8	〃	右 下 葉 切 除	82.0			97.1	17.8	〃	呼吸困難
9	〃	左 肺 剔 除	66.3	78.5	92.4	93.2	10.5	〃	呼吸困難, チアノーゼ
10	〃	右 上 葉 切 除	85.0			97.0		〃	呼吸困難
13	〃	右 上 葉 切 除	51.2			97.4	17.1	〃	陰性化後施行, 事故ナシ
14	白 然 気 胸	左部分切除+剥皮	98.5			100.0	9.2	〃	〃
15	肺 結 核	左区域切除+胸成	57.6			98.2	8.8	〃	〃
16	〃	左 上 葉 切 除	89.0	54.3	84.7	97.1	12.0	〃	〃
17	〃	右 下 葉 切 除	95.1	51.7	90.3	97.5		〃	〃
18	〃	右 上 葉 切 除	79.4	80.3	88.4	91.8	15.0	〃	〃
19	〃	〃	76.8	47.6	80.4	96.9		〃	〃
20	〃	左 部 分 切 除	51.8			98.1		〃	〃
21	〃	左上葉切除+胸成	82.5	112.0	90.7	101.1		〃	〃

1) 研究方法

肺切除術3例, 肺葉切除術16例, 肺区域切除術3例, 胸壁成形術3例の計25例について, 動脈血酸素飽和度及び炭酸ガス含量を, 術後24時間, 48時間, 72時間及び少数例については更に5~7日まで, 逐時的に測定した. 術後処置として患者に酸素吸入が実施されていた場合にはその影響を排除するために, 採血の10分以上前から酸素吸入を中止した.

2) 研究成績

i) 動脈血酸素飽和度 (図10). 肺手術後24時間では最高例 97.8%, 最低例 63.0%, 平均 89.0%を示したが, 大多数の症例は90%前後に保たれ, 術式別には肺区域切除術が最も良い値を示した. ここで肺葉切除例が特に低値を示したのは, その中の2例が術後急性肺水腫を発生し, 1例が呼吸困難とチアノーゼを来したからである. この24時間値は時間の経過とともに速やかに好転し, 術後48時間では最高例 96.6%, 最低例 80.4%, 平均 89.1%となり, 術後72時間では最高例 98.4%, 最低例 84.1%, 平均 92.1%に回復し, この回復の工合も区域切除術が最も速かつた. そして5日以後には1例 (術前から 88.6%を示した肺葉切除例) を除き, すべて90%以上に回復した.

ii) 動脈血炭酸ガス含量 (図11): 術後24時間では最高例 59.2 Vol%, 最低例 39.9 Vol%, 平均 46.9 Vol%を示し, 術式別には肺切除例がやや高い値を示した. 最高値を示した症例は術前値が55.4 Vol%という比較的高い値を示した肺葉切除例であり, 他はすべて術前値は 55.0 Vol%以下であつた. 術後48時間では最高例 56.6 Vol%, 最低例 41.5 Vol%, 平均 47.7 Vol%を示し, 72時間では最高例 51.1 Vol%, 最低例 41.4 Vol%, 平均 47.7 Vol%となつたが, 全例正常範囲内の値であり, 術式別では肺切除例が最も高い値を示した. 5日以後には上述の値は徐々に減少して術前値に近づいた. なお, 術後急性肺水腫を合併した2例では, 24時間値が夫々 39.9 Vol%, 41.8 Vol%と却って術前よりも低い値を示し, 又術後呼吸困難を合併した症例では術後72時間迄 50.0 Vol% 程度の値を示す例が多かつた.

3) 小 括

以上より, 肺手術後72時間以内には動脈血酸素飽和度は低値を示し, 炭酸ガス含量は高値を示す例が多いが, 術後5日以後にはすべて術前値に近く迄回復することを知り, 即ち, 肺手術後の3日間には低酸素血症及び炭酸ガス蓄積状態が存在することを確かめ得た.

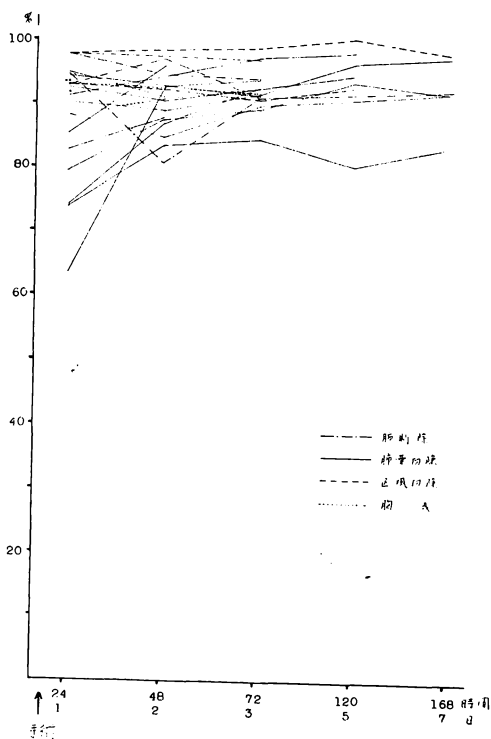


図10 肺手術後の動脈血酸素飽和度の推移

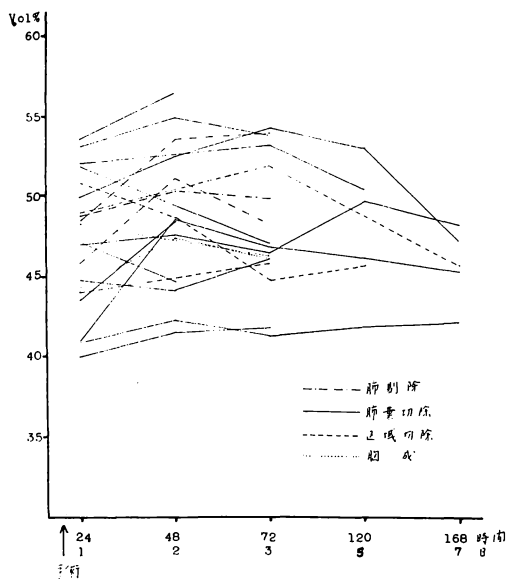


図11 肺手術後の動脈血炭酸ガス含量の推移

ところで, 術前の低酸素負荷試験によつて招来される動脈血酸素飽和度並びに炭酸ガス含量の値は, 既に

第1節(図4, 図6)に述べた通りである。この両者を比較すると、肺手術後の最も悪い値を示す時期よりも低酸素負荷試験によつて誘発される値の方が更に悪い値を示していることが明瞭である。かかる意味からしても、低酸素負荷試験は肺手術前の患者に対する一種の抵抗試験として意義があると考えられるのである。

第7節 低酸素負荷試験の成績は肺手術後 どのように変化したか

肺手術を行つた後に於いては、低酸素負荷試験の成績に変化が起るであろうことは当然考えられるところである。そこで、著者は肺手術後に再び本試験を施行し、術前の成績との比較を試みた。

1) 研究方法

肺手術後に再び低酸素負荷試験を実施した症例は47例であるが、大多数は肺結核患者に属し、その術式は表9に示す如くであつた。

表9 術後検査例の術式別分類

術 式	例 数	%
肺 葉 切 除 術	21	44.7
肺 区 域 切 除 術	7	14.8
肺 切 除 + 胸 成 術	7	14.8
肺 剔 除 術	3	6.5
肺 切 除 + 剝 皮 術	2	4.3
肺 葉 + 区 域 切 除 術	2	4.3
胸 廓 成 形 術	2	4.3
二 葉 切 除 術	1	2.1
排 膿 + 剝 皮 術	1	2.1
部 分 切 除 術	1	2.1
計	47	100

これらの症例に対して術前と同様の低酸素負荷試験を施行して、術前の成績との比較を行い、併せて一般心肺機能検査をも施行することにより、一般心肺機能の示した変動との関連性をも検討した。なお、術後の本試験の施行は、原則として手術侵襲の直接影響が去つたと考えられる術後3～6ヵ月の間を選んだ。

2) 研究成績

術後の本試験に当つては、主として血圧、動脈血酸素飽和度及び心電図所見について検討した。

i) 血圧： 術後の本試験に際しての血圧の変動は、術前検査時と殆んど同様の傾向を示した。

術前の本試験によつて血圧下降陽性を示したにも拘

らず、術後には陰性となつた1例がある。これは症例2(図12)で、術前本試験により負荷後7分でショックに陥り、試験を中止した。手術は区域切除が行われ、術後重篤な肺水腫を合併したが、適応加療によりその後は順調に回復した。術後3ヵ月の本試験では負荷後5分で最高血圧が90mmHgに下降し、多少の呼吸困難を来したが、徐脈を来すことなく20分の負荷によく耐えた。更に6ヵ月の本試験では最高血圧の著明な下降を見ることなく20分の検査を終了し、且つ動脈血酸素飽和度も78.4%という比較的高い値に保たれたものである。

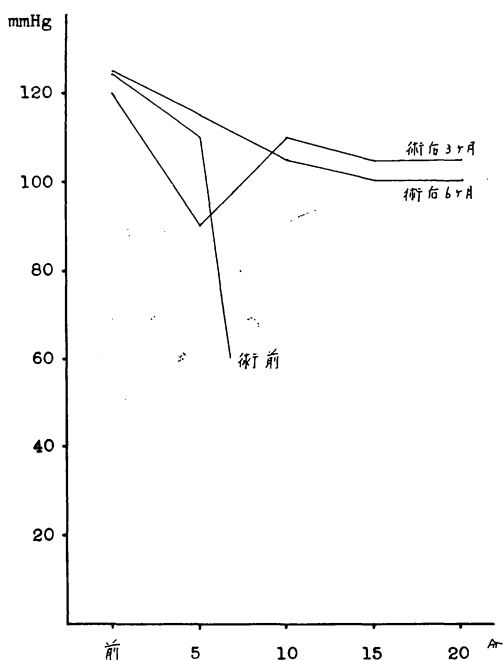


図12 症例2の術前及び術後の低酸素負荷時の最高血圧の変化

次に術前の本試験で血圧下降陰性を示したが、術後に却つて血圧下降陽性となつた患者が2例見られた。何れも負荷後血圧が著明に下降し、徐脈を来し、且つ呼吸困難を訴えたものである。この中の1例(症例28)は右上葉の結核性巨大空洞に対して右上葉切除術が行われ、心肺性危機は発生しなかつたが、術後4ヵ月の本試験は負荷後15分で最高血圧が94mmHg(負荷前126mmHg)に下降するとともに、脈搏は56(負荷前78)の徐脈を呈した。但し、その際の動脈血酸素飽和度は72.4%を示し、これは術前値に比し著明に改善されていた。他の1例(症例29)は左上葉の結核病巣に対し

て左上葉切除術が施行され、心肺性危機は発生しなかったが、術後の本試験では負荷後15分で最高血圧が78 mmHg（負荷前 125mmHg）に下降するとともに脈搏60（負荷前72）の徐脈を呈した。しかし本症例に於いても動脈血酸素飽和度は76.7%を示し、これは術前値に比して約20%の上昇を示したのである。この2例の患者についてとくに目立つた事実、何れも術後病巣切除によつて全身状態が改善され、短期間内の体重増加が著明であつたことで、このように俄かに肥満したということがかかるショック又は血圧下降の発生と何等かの因果関係があるのではないかと想像されるのである。

ii) 動脈血酸素飽和度 (図13): 術後の本試験に際しての動脈血酸素飽和度の下降曲線は術前試験時と同様の傾向を示し、且つ術後3ヵ月で施行された場合も、6ヵ月で施行された場合も殆んど差異が認められなかった。

術後検査時の負荷後20分値は術前のその値の±5%前後を示す症例が多かつたが、9例に於いては改善が認められ、術前値の10%以上の好転を示し、一方、5例に於いては逆に悪化して術前値の10%以上の悪化を認めたのである。

そこで、この改善を見た9例を検討したところ (表

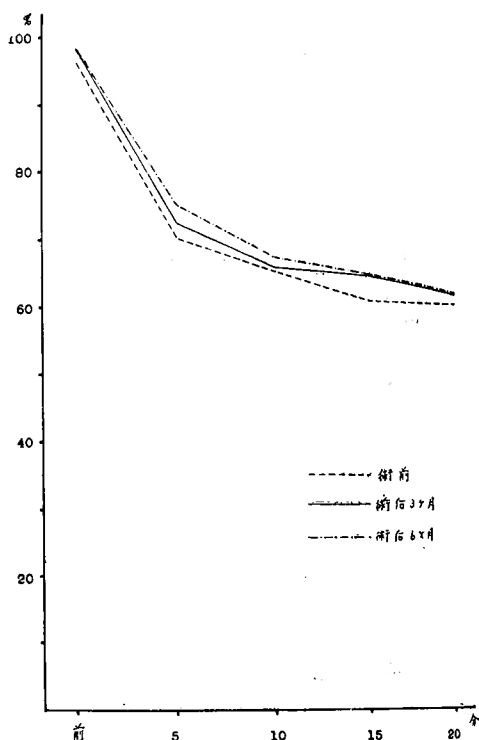


図13 肺手術の術前及び術後の低酸素負荷時の動脈血酸素飽和度の変化

表10 手術により、低酸素負荷時の動脈血酸素飽和度が10%以上の好転を示した症例

症 例	病 名	術 式	負 荷 前	5 分	10 分	15 分	20 分
24	肺 結 核	肺 剔 除 術	(術前) 85.2 (術後) 93.2	69.5 73.9	59.4 71.6	54.3 68.2	40.6 64.7
28	"	右 上 葉 切 除 術	92.8 100.0	58.1 85.0	51.4 72.4	42.3 72.4	42.3 中止
70	"	"	94.2 100.0	49.9 69.3	68.4	46.0 64.5	42.9 63.7
66	"	"	94.2 100.0	87.1 76.3	80.6 63.7	75.7 80.1	67.7 82.6
13	"	"	97.4 97.3	59.7 69.7	51.1 68.2	40.6 65.8	42.9 58.7
19	"	"	96.9 96.6	60.4 78.9	52.0 75.9	51.0 75.1	45.8 69.9
8	"	右 下 葉 切 除 術	97.1 94.0	70.8 67.0	58.9	54.3 62.0	47.1 62.0
52	"	右区域切除術+胸成	97.9 97.5	67.4 75.9	56.5 68.3	56.6 63.3	43.4 59.5
51	"	左 区 域 切 除 術	99.8 96.0	80.3	68.4 66.9	57.9 71.9	59.2 70.6

10), すべて肺結核患者で, 中1例が肺切除, 6例が肺葉切除, 2例が区域切除を行われており, 即ち, 大多数例は病巣が1葉以上に及んでいた例で, これに対して広範囲の切除が実施されており, 即ち, 拡散障害を有した病巣の切除により無効肺血流が消失したことが, 術後に改善が見られた原因と考えられたのである。

次に術後の本試験で動脈血酸素飽和度が悪化を示し

た5例であるが(表11), この中の2例では小範囲の病巣に対して比較的広範囲の健康部を含めた切除が行われており, 即ち, 予備能力の減少を来したことが飽和度低下の原因と推定される。他の3例は区域切除, 部分切除及び剝皮術の如き比較的小さい侵襲が加えられたにも拘らず悪化を示したもので, この理由は詳かではないが, 術後早期に本試験が施行されたことも一つの理由ではなかろうかと考えられる。

表11 手術により, 低酸素負荷時の動脈血酸素飽和度が10%以上の変化を示した症例

症 例	病 名	術 式	負 荷 前	5 分	10 分	15 分	20 分
18	肺 結 核	右 上 葉 切 除 術	(術前) 94.8 (術後) 96.7	71.3 66.1	62.7 68.5	58.9 58.8	65.2 54.5
57	〃	右 上 下 葉 切 除 術	95.1 96.8	82.6 75.4	81.8 65.5	75.7 65.5	80.3 64.0
55	〃	左 区 域 切 除 術	98.2 98.5	77.2 72.8	89.5 55.9	85.2 64.7	79.4 55.1
20	〃	左 部 分 切 除 術	98.1 96.4	73.5 68.8	72.0 62.1	63.2 55.4	64.7 48.7
89	膿 胸	排 膿, 剝 皮 術	92.1 98.0	73.3 67.4	64.0 66.6	64.5 63.3	74.1 55.2

以上より, 低酸素負荷時の動脈血酸素飽和度は, 広範囲の病巣があつて肺機能が低下していた症例では肺切除術後に好転したが, 反対に小範囲の病巣で肺機能が比較的良好であつた症例に対して広範囲の肺切除が行われた場合には悪化する傾向が認められたのである。

iii) 心電図: 術前心電図陽性を示したが, 術後には陰性化した症例が6例あつた(表12)。この6例はすべて肺結核患者で, 中5例は何れも術後の本試験時の動脈血酸素飽和度が術前のそれよりも好転していた例であるが, このことが心電図陰性化の理由と考えられる。即ち, この5例中3例(症例8, 13, 19)は負荷後20分の動脈血酸素飽和度が術前のそれに比し, 夫々14.9%, 15.8%, 24.1%と何れも10%以上の改善を示し, 2例(症例15, 17)は夫々8.3%, 4.6%と軽度ではあるが改善を示した。心電図が陰性化した他の特異な1例(症例10)について述べる。

症例10, K.T., 32才, 男で, 術前の本試験で心電図陽性を示した(図14)。即ち, 負荷後15分で動脈血酸素飽和度が60%を示したにも拘らず, 呼吸困難強く, STの降下が著明であつた。この症例に対して肺結核に対する右上葉切除術と冠不全に対する Cardiopericar-

diopexy の両手術が同時に施行された。術後2ヵ月半の本試験では10分で心電図上STの降下を来し, 動脈血酸素飽和度は76.9%に減少, 且つ高度の呼吸困難を訴えたため, 試験を中止した。しかるに術後11ヵ月目に行つた本試験に際しては, 負荷後20分で動脈血酸素飽和度が術前とほぼ等しい63.1%を示したにも拘らず, 心電図ではSTの変化も自覚症状も現われなかつたのである。即ち, 本症例は冠不全に対して実施された Cardiopericardiopexy が11ヵ月後によくその効果を現わしていることが確認された興味深い症例である。

次に術前, 術後とも, 本試験により心電図陽性を示し, 即ち, 手術によつても心電図上改善が見られなかつた例が2例(症例18, 20)あつたが(表12), とともに術後の本試験に際し動脈血酸素飽和度が術前のそれよりも10%以上の低下を示しており, 当然の結果と考えられた。その中の1例について述べる。

症例20, S.T., 42才, 女, 肺結核患者(表13)で, 左 S₁₊₂の部分切除後2ヵ月の本試験に際し20分で動脈血酸素飽和度が48.7%に低下(術前に比し16%の低下)し, 心電図陽性を示した。本症例の術後の肺機能は, 肺活量は術前の82.9%迄回復していたが, 酸素摂

表12 術前心電図陽性者の、術前後の低酸素負荷時の動脈血酸素飽和度並びに心電図判定

症 例	術 式	負 荷 前	5 分	10 分	15 分	20 分	本 試 験 判 定
8	右 下 葉 切 除 術	(術前) 97.1 (術後) 94.0	70.8 67.0	58.9	54.3 62.0	47.1 62.0	＋ －
13	右 上 葉 切 除 術	97.4 97.3	59.7 69.7	51.1 68.2	40.6 65.8	42.9 58.7	＋ －
19	〃	96.9 96.6	60.4 78.9	52.0 75.9	51.0 75.1	45.8 69.9	＋ －
15	左 区 域 切 除 + 胸 成	98.2 97.7	67.1 75.0	69.3	52.9 57.9	55.2 63.5	＋ －
17	右 下 葉 切 除 術	97.4 93.7	75.5 66.8	66.1 66.8	63.8	60.8 64.6	＋ －
10	右 上 葉 切 除 術 + 心・心 膜 癒 着 術	97.0 94.2	65.3 77.8	77.3 69.0	60.0 65.5	中止 63.1	＋ －
18	右 上 葉 切 除 術	94.8 96.7	71.3 66.1	62.7 68.5	58.9 58.8	65.2 54.5	＋ ＋
20	左 部 分 切 除 術	98.1 94.6	73.5 68.8	72.0 62.1	63.2 55.4	64.7 48.7	＋ ＋

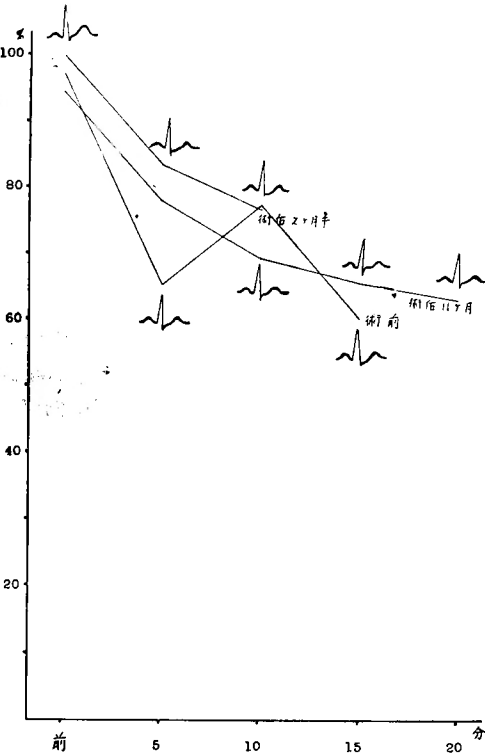


図14 症例10の術前及び術後の低酸素負荷時の心電図並びに動脈血酸素飽和度

取量が術側で減少しており、而も健側肺活量が 794cc で、その代償作用も不十分なためと思われた。

術前心電図陰性を示し、術後心電図陽性に悪化した症例は 1 例も見られなかった。

表13 症例20の手術前後の肺機能検査成績

検 査 項 目	測 定 値	
	術 前	術 後
肺 活 量	1496cc	1241cc
% 肺 活 量	54.8%	45.4%
術前肺活量に対する%		82.9%
肺 活 量 左 右 比	55.0 : 45.0	64.0 : 36.0
酸 素 消 費 量 左 右 比	66.1 : 33.9	78.2 : 21.8
分 時 換 気 量 左 右 比	51.9 : 41.9	63.0 : 37.0
動 脈 血 酸 素 飽 和 度	負荷前 98.1% 20 分 64.7%	94.6% 48.7%
本 試 験 判 定	心電図陽性	心電図陽性

3) 小 括

肺手術後の患者47例について、再び本試験を施行して、術前の成績との比較を行い、次の結果を得た。

術前血圧下降陽性を示した 2 例中 1 例は術後は陰性となり、他の 1 例は術後も負荷 5 分でショックに陥つた。術前血圧下降陰性を示し、術後、却つて血圧下降

陽性となった2例が見られたが、何れも術後短期間内の体重増加が著明な患者であつた。

動脈血酸素飽和度は術後9例に於いては術前に比し10%以上の改善を示し、5例に於いては逆に悪化して10%以上の低下を示した。改善の見られた前者は病巣切除によって肺機能が改善され動脈血酸素飽和度が好転した例であり、悪化した後者は広範切除による肺の予備能力の低下のため、動脈血酸素飽和度が減少した例であつた。

術前心電図陽性を示したが、術後は陰性化した症例が6例認められ、術後も陽性であつた症例は2例であつた。この陰性化した6例中5例は本試験時の動脈血酸素飽和度の著明な改善が陰性化の原因と考えられ、術後も本試験が陽性を示した患者では動脈血酸素飽和度が術前のそれよりも却つて低い値を示したのである。

第8節 低酸素負荷試験の禁忌並びに実施上の注意について

低酸素負荷試験実施中には屢々ショック、血圧下降、意識濁濁、痙攣、急性肺水腫等の不快な生体反応が起り得ることが諸家によつて報告されているが、著者が本研究を始めたそもその目的は、肺手術予定者がAnoxiaに堪え得るかどうかを、術前に予め検討せんがためであり、従つて従来一般に副作用とされている上述の不快な諸症状の発見こそが著者の主な目標であつた。しかし乍ら、かかる副作用は患者の生命に対して危険を及ぼす可能性があるとも考えられるので、ここに低酸素負荷試験の禁忌並びに実施上の注意について検討を加える必要があるものと思われる。

既に述べた如く、著者の取扱つた症例102例、合計151回の本試験に際しては、ショック～血圧下降が8例、9回認められた。しかしこれらの症例は、何れも直ちに低酸素負荷を中止することにより、3～10分後には速やかに回復するのが常であつた。例えば、症例3では低酸素負荷後5分でショックに陥り、意識濁濁にまで至つたが、直ちに負荷を中止することにより、10分後には正常に復帰したのである。

かかるショック又は血圧下降の本態はなお明かではないが、その臨床症状は先ず徐脈を来し、次いで血圧が下降し、同時に冷汗、チアノーゼ等を伴い、最後に意識濁濁又は失神に至るものである。ショック、血圧下降以外の副作用としては、無呼吸、不安状態、呼吸困難等が観察された。そしてこれらの諸症状も勿論低酸素負荷を中止すると常に速やかに消失するものであ

つた。

以上の症状に対して、著者は経験しなかつたのであるが、低酸素負荷によつて誘発される急性肺水腫は最も注意すべき副作用とされており、内外の文献に数例の報告が見られ、Levyの2例は死の転帰をとつている³²⁾。Levy³²⁾は低酸素負荷試験の禁忌として、1) 鬱血性心不全を有する者、2) 心筋梗塞発症後4ヵ月以内の者を挙げているが、更に、3) 同一患者で24時間以内に1回以上本試験を行つてはならないとしており、上述の肺水腫発生死亡例は何れもこれらの禁忌に属していたことを述べている。

著者は本試験実施の際の安全を期するために、以上の如き禁忌例を避けるのは勿論、以下述べる如き状態が発生した時には直ちに低酸素負荷を中止し、室内空気を呼吸せしめるか、又は酸素吸入を実施することに行っているが、これによつて現在まで1例も不都合な事故に遭遇していない。

i) ショックに陥り、血圧の測定が不能となる場合。

ii) 血圧が漸次下降し、頻脈となる時期には、なお検査を続行するが、この頻脈が徐脈に变じ、呼吸困難を訴えるか、又は意識濁濁に陥る場合。

iii) 被検者が高度の呼吸困難を訴え、チアノーゼを呈する場合。

iv) ST降下のみでは検査を続行するが、心室性期外収縮等の不整脈が観察される場合。

要するに、禁忌の症例を慎重に避け、適当な監視の下に行われるならば、本試験は極めて安全に実施され得るものと思われる。

第4章 考 察

肺手術患者の術中、術後には、多少とも動脈血酸素飽和度の減少が招来されるが、この原因としては、術側肺の虚脱、疼痛による呼吸制限、喀痰の咯出困難、胸腔内滲出液貯溜、或いは切除後の肺容量の絶対的減少等が挙げられる。即ち、呼吸面積～肺血管床の減少と有効換気量の低下により、酸素摂取量が減少してAnoxic Anoxiaの状態に陥るのであり、更に出血や循環不全によるAnemic Anoxia及びStagnant Anoxiaも加わるので、低酸素血状態はいよいよ増強されるのである¹⁾³⁾⁶¹⁾。著者の成績に於いても、術後かなり長時間に亘つて動脈血酸素飽和度が90%以下で持続し、又炭酸ガス含量も増加が認められたことは上述の如くであり、この成績はBjörk¹⁰⁾、Maier³⁵⁾、二之湯⁴²⁾、阪田⁵¹⁾等の報告ともほぼ一致している。

而して肺手術によつて発生する重篤な心肺性危機¹³⁾ (18)(45)(52), 即ち, 不整脈⁵⁾⁽¹⁵⁾⁽⁵⁸⁾, 心停止⁴⁷⁾⁽⁵³⁾⁽⁵⁴⁾, 血圧下降⁵⁷⁾, ショック²⁶⁾, 肺水腫等²¹⁾⁽²³⁾⁽³⁴⁾⁽⁶⁴⁾は一般にこのような Anoxia を母地として進展するものとされており, 著者の症例に於いても心肺性危機は術中及び術後の数日間, 即ち, 患者が低酸素血状態を示す期間に多発を見たのである。

一方, 肺手術後の低酸素血時に見られる諸変化, 即ち, 動脈血酸素飽和度の減少, 肺動脈圧の上昇, 脈搏の増加等は, 著者が行つた低酸素負荷試験に際して認められた所見とよく似ていた。従つて低酸素負荷試験によつて異常経過を辿つたような症例は, 術後の Anoxia に対しても当然同様の反応を示し易いことが考えられたのであるが, 果して術前の本試験陽性例は, 術中並びに術後に種々の心肺性危機を高率に発生したのである。以上の点から, 本試験は肺手術施行前に試みられるべき一種の抵抗試験として, 意味があると考えられるのである。

低酸素負荷試験は Green によつて創始され, 以来, 多くの人々により種々な方法で行われたが⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁶⁾⁽³⁷⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵⁶⁾⁽⁶³⁾, 1938年 Levy³⁰⁾により10%酸素を20分間呼吸せしめる方法が確立せられた。この方法は現在のところ最も適当な方法とされており, その理由は陽性率が高いことと, もしも10%よりも低濃度で, 又は20分よりも長時間本試験が行われると Wiggers⁴⁵⁾の危機点(動脈血酸素飽和度35~50%)に達して, 血圧下降やショック等の副作用を発生し易いからであり, 逆に高濃度で, 又は短時間行われると, 潜在的な軽症例が見逃がされる可能性があるからである。そこで著者は, Levy の方法をそのまま, 肺手術予定患者の術前検査として用い, その成績と術後の低酸素血状態とを比較検討したところ, 先ず動脈血酸素飽和度は本試験が示した最低値の方が, 術後の最低値よりも明かに低い値を示し, 次に低酸素血状態の持続期間は, 術後のそれは数時間~数日間に及んだのに比し, 本試験では20分間に過ぎなかつたが, 本試験に際しては動脈血酸素飽和度は低下して充分な Steady State となり, その間に種々の異常所見の発生が認められ, かかる異常所見発生例は手術によつて屢々心肺性危機を発生したのである。しかも本試験陽性者中には, 他の一般心肺機能検査が正常値を示した症例もかなり含まれており, 即ち, 本試験によつて初めて術中, 術後の心肺性危機発生を予想出来た症例も多かつたのである。ここに於いて, 10%酸素を20分間呼吸せしめる低酸素負荷試験

は, 潜在性冠不全又は潜在性肺機能不全を, 肺手術前に発見するために, 最も簡易で, 妥当な方法と考えるものである。

次に本試験陽性の判定規準として, 著者は多数の項目の中から血圧と心電図の両者を選択した。これは既述の如く, 本試験に際し呼吸数は一定の傾向を示さず, 脈搏の異常を来した症例は血圧下降陽性例中に含まれ, 動脈血酸素飽和度及び肺動脈圧の異常を来した症例は殆んど心電図陽性例中に含まれていたこと, 及び血圧の測定と心電図の描記は実地臨床上極めて容易であるということから決定したものであり, この判定規準に従い, 上述の如く臨床上ほぼ満足すべき結果を得たのである。

本試験に際して見られるショック~血圧下降は最も多い副作用の一つであつて, Levy³¹⁾は1.4%, Stewart⁵⁵⁾は0.8%, Nylin⁴⁴⁾は0.09%, Malmström³⁶⁾は2.2%の割合で認めたといつている。そしてこれの原因としては, 迷走神経系或いは交感神経系の障害³²⁾, 過剰換気による血中炭酸ガスの減少のための Alkalosis³⁶⁾, 或いは又副腎皮質機能不全²²⁾⁽⁴¹⁾⁽⁵⁷⁾, Vasovagal Reflex³²⁾⁽⁵⁵⁾等が挙げられているが未だ詳らかではない。著者の血圧下降陽性者6例中, 肺癌の1例及び重症肺結核の2例では副腎皮質機能不全が存在したことが推定されたが, 他の3例は何れも軽症で副腎皮質機能不全や血中炭酸ガス含量の減少があつたとは考えられず, むしろいわゆる Vasovagal Reflex によつて起つたのではないかと想像されるのである。

次に本試験の際に見られる心電図 ST, T の変化は, 冠動脈硬化によることが多いのは勿論であるが, その他肺疾患, とくに慢性の低酸素血状態にある中等症~重症の肺結核患者では, 既に心筋の変化を来していることが考えられるので低酸素負荷によつて ST, T の変化を来し易いと考えられる²⁷⁾⁽⁴³⁾。原²⁰⁾は肺結核患者の低酸素負荷時の冠血流量の増加率が正常者に比して少ないことを述べたが, 肺に拡散障害がある患者では低酸素負荷により, 動脈血酸素飽和度が著しく減少するので⁴⁶⁾⁽⁴⁸⁾, 一層心電図に変化を来し易いことが当然考えられる。果して, 著者の肺結核を中心とした症例では低酸素負荷によつて動脈血酸素飽和度が13例に於いて49%以下に低下し, 脈搏の増加率も高く, 中6例が心電図陽性を示したのである。この成績は Dripps¹⁴⁾, Fishman¹⁶⁾, Lindgren³³⁾, Mathers³⁷⁾, Motley⁴⁰⁾, Stroud⁵⁶⁾等の正常者及び冠不全患者の低酸素負荷時の動脈血酸素飽和度の減少が殆んど50%以上に止つて

いたという報告と比べると、甚だ興味深い。

被検者 102 例中一般心肺機能検査値が肺切除の安全限界値を割っていた者が 9 例認められ、その中本試験も陽性であった 4 例は全例手術によつて心肺性危機に陥り、本試験が陰性であった 5 例からは心肺性危機は 1 例発生したのみであった。一方、一般心肺機能検査値が正常範囲内にあるにも拘らず本試験が陽性を示した者は 17 例で、その中の 6 例に手術によつて心肺性危機を発生した。このことは本試験によつてのみ心肺性危機発現のおそれある症例を発見出来ることを示しており、本試験が術前検査として甚だ価値があることを物語るものである。しかし乍ら、対側肺の機能が悪く、術側肺の機能が比較的良好に保たれている症例に於いては、本試験に際し術側肺が良く代償して本試験が陰性を示すにも拘らず、このような症例に肺切除等が行われると、対側肺の機能が不十分なため術後呼吸不全の危機に陥り易いことも判明した。かかる症例の発見にはもはや両肺を用いるこの低酸素負荷試験のみに頼ることは不適當であり、更に左右別肺機能検査や、一側肺動脈閉塞試験等の併用が必要と思われる⁴⁾ 25) 59) 60)。肺切除又は一側肺広汎切除等に際してはとくにこの点にも留意さるべきである。

術前本試験が陽性を示した症例が、術後屢々陰性化するという事実が判明した。術前心電図陽性例が術後陰性化したのは、主として拡散障害を有する広範囲の病巣が切除されたために無効肺血流が消失して動脈血酸素飽和度が好転したことによるものと考えられる。一方、Grundel¹⁹⁾によれば、広い活動性の病変を有する患者には可逆的な循環障害が見られるが、これは病巣切除により術後には消失しようと述べているので、このようなことも心電図が好転した理由の一つとも考えられよう。

これらの症例に反し、術後もなお心電図陽性を示した症例があるが、その理由としては、小病巣に対して比較的広範な切除が行われたがために、或は又術後早期に、肺機能の回復が未だ充分でない時期に本試験が行われたために、動脈血酸素飽和度が術前に比し 10% 以上の減少を示していたことが考えられる。なお、症例 10 は術後動脈血酸素飽和度が術前と同値の 60% 台を示したにも拘らず、術後心電図所見が陰性化したのであるが、この症例は既述の如く冠不全に対して Cardiopericardiopexy が効を奏したことを立証し得た興味深い症例である。

以上の如く、本試験は肺手術患者の術前の抵抗試験

として意義があり、実地臨床上簡易に実施が可能なので、すぐれた方法と思われるのであるが、時に本試験に際してショック血圧下降、呼吸困難等が発生し得るのである。しかしこれらの副作用は負荷を中止することによつて概ね直ちに正常に復帰するものであり、Levy の述べた禁忌の症例を避け、且つ充分な監視の下に本法が行われるならば、極めて安全な方法といえ得ると思われる。

第 5 章 結 語

肺手術予定患者 102 例に対して、10% 酸素を 20 分間呼吸せしめる低酸素負荷試験を行い、その間の血圧、動脈血酸素飽和度、肺動脈圧等を測定し、心電図を描写した。そしてこれらの成績と術中並びに術後の心肺性危機発生との関連性を調べることにより、術前検査としての本試験の意義を検討し、次の結果を得た。

1) 低酸素負荷により大多数の症例は呼吸、脈搏数ともに約 20% の増加を示し、血圧は軽度で下降し、動脈血酸素飽和度は凡そ 63% に迄減少し、肺動脈平均圧は約 50% の上昇を示した。少数の症例では異常経過が観察され、即ち、4 例はショックに陥り、2 例は血圧がもとの 3 分の 2 以下に下降し、5 例は動脈血酸素飽和度が 49% 以下となり、15 例は心電図上 ST、T に異常を示した。

2) 本試験によつて i) ショックに陥るか、又は最高血圧がもとの 2/3 以上に下降する者、ii) 心電図上 ST、T の変化を認める者、を本試験陽性者とする判定基準を設けたところ、手術によつて心肺性危機に陥った 12 例の中 10 例が術前の本試験陽性者に属しており、他の 2 例中 1 例は対側肺活量が極めて少ない症例であり、もう 1 例は手技の失敗（過剰輸液）によつて急性肺水腫を発生した症例であった。

3) 一般心肺機能検査値が肺切除術の安全限界値を割っている患者が 9 例見られたが、この 9 例中本試験も陽性の者は 4 例であり、その全例が手術によつて心肺性危機に陥り、本試験陰性者 5 例からは 1 例の心肺性危機を見たに過ぎなかつた。一般心肺機能検査値が正常であるにも拘らず、本試験が陽性を示した患者が 17 例見られたが、その中の 13 例は心電図陽性者であり、手術によつてこの中の 6 例が心肺性危機に陥った。即ち、かかる症例は本試験によつてのみ心肺性危機の発現を予知し得ることを知った。

4) 肺手術後 72 時間以内の患者には動脈血酸素飽和度が低下して 90% 以下を示す例も多く認められたが、

これは本試験によつて招来される動脈血酸素飽和度の低下した値よりもなお高い値であつた。一方、本試験は僅か20分間の低酸素負荷ではあるが、その間に動脈血の低酸素血状態は充分に Steady State となることが判明した。即ち、本試験は肺手術前の一種の抵抗試験として充分意義があると考えられる。

5) 術前本試験が陽性であつたが術後は陰性化した症例は、主として手術によつて動脈血酸素飽和度が好転した故と考えられる場合が多く、これに反して術後も陽性を示した症例は動脈血酸素飽和度が術前のそれに比して却つて減少している者が多かつた。

6) 本試験は比較的簡易に実施することが出来、且つ禁忌の症例を除く限り安全な方法と考えられ、しかも上述の如き意義を有しているので、肺手術前の検査として他の諸検査とともに実施さるべき価値がある方法と考えられる。

稿を終るに当り、御指導を賜つた恩師麻田栄教授、本学内科教室原亨教授、並びに御援助を頂いた武内敦郎、関一朗両講師ほか、共同研究者各位に対し衷心より感謝の意を表す。

本論文の要旨は第11回日本胸部外科学会総会及び、第80回近畿外科学会に於いて発表した。

文 献

- 1) Adams, W. E., Perkins, J. F., Flores, A., Chao, P. & Castellanos, M.: The Significance of Pulmonary Hypertension as a Cause of Death Following Pulmonary Resection. *J. Thorac. Surg.*, **26**, 407, 1953.
- 2) 麻田 栄・入江義明・高山晴夫・佐治玄・森繁男・山田博信: 開胸術前後の低酸素負荷試験について。日胸外会誌, **7**, 432, 昭34.
- 3) 浅井 誠: 自然呼吸に於ける肺切除術中の左右別換気機能並びに動脈血ガス組成の変化について。日胸外会誌, **5**, 1112, 昭30.
- 4) Auerswald, W. & Wenzl, M.: Die Beurteilung der regulatorischen Anpassungsfähigkeit des pulmovaskulären Systems als Voraussetzung für die Pneumonectomy. *Thoraxchirurgie*, **2**, 68, 1954.
- 5) Bailey, C. C. & Betts, R. H.: Cardiac Arrhythmias Following Pneumonectomy. *New Eng. J. Med.*, **229**, 356, 1943.
- 6) Bartels, H., Beer, R., Fleischer, E., Hoffheinz, H.J., Krall, J., Rodewald, G., Wenner, J. & Witt, J.: Bestimmung von Kurzschlussdurchblutung und Diffusionskapazität der Lunge bei Gesunden und Lungengerkrankten. *Pflügers Arch.*, **261**, 99, 1955.
- 7) Birath, G., Swenson, E. W., Ander, L. & Eergh, N. P.: The Definitive Functional Results after Partial Pulmonary Resection. *Am. Rev. Tuberc.*, **76**, 983, 1957.
- 8) Birath, G., Crafoord, C. & Rudström, P.: Pulmonary Function after Pneumonectomy and Lobectomy. *J. Thorac. Surg.*, **16**, 492, 1947.
- 9) Björk, V. O.: Cardiopulmonary Function Tests. *J. Thorac. Surg.*, **26**, 67, 1953.
- 10) Björk, V. O. & Hilty, H. J.: The Arterial Oxygen and Carbon Dioxide Tension During the Postoperative Period in Cases of Pulmonary Resections and Thoracoplasties. *J. Thorac. Surg.*, **27**, 455, 1954.
- 11) Björk, V. O.: Lobectomy for Pulmonary Tuberculosis. An Analysis of 301 Cases. *J. Thorac. Surg.*, **33**, 754, 1957.
- 12) Burnett, C. T., Nims, M. G. & Josephson, C. J.: The Induced Anoxemia Test. A Study by Age Groups. *Am. Heart J.*, **23**, 306, 1942.
- 13) Douglass, R., Bosworth, E. B., Ithaca, N. Y., Judd, J. M., & Chang, K. H.: Resection Surgery in Tuberculosis Complications and After-History. *J. Thorac. Surg.*, **29**, 136, 1955.
- 14) Dripps, R. D. & Comroe, J. H.: The Effect of the Inhalation of High and Low Oxygen Concentrations on Respiration, Pulse Rate, Ballistocardiogram and Arterial Oxygen Saturation (Oximeter) of Normal Individuals. *Am. J. Physiol.*, **149**, 277, 1947.
- 15) Epstein, E. J.: Arrhythmias Complicating the Surgical Treatment of Lung Carcinoma. *Brit. J. Tuberc. Dis. Chest*, **LII**, 195, 1958.
- 16) Fishman, A. P., McClement, J., Himmelsstein, A. & Cournand, A.: Effect of Acute Anoxia on the Circulation and Respiration in Patients with Chronic Pulmonary Disease Studied During the "Steady State". *J. Clin. Invest.*, **31**, 770, 1952.
- 17) Gaensler, E. A. & Strieder, J. W.: Progressive Changes in Pulmonary Function after Pneumonectomy: The Influence of Thoracoplasty, Pneumothorax, Oleothorax and Plastic Sponge Plombage on the Side of Pneumonectomy. *J. Thorac. Surg.*, **22**, 1, 1951.
- 18) Gaensler, E. A., Cugell, D. W., Lindgren, I., Verstraeten, J. M., Smith, S. S. & Strieder, W. J.: The Role of Pulmonary Insufficiency in Mortality and Invalidism Follow-

- wing Surgery for Pulmonary Tuberculosis. *J. Thorac. Surg.*, **29**, 163, 1955.
- 19) Grundel, A.: Elektrocardiographisches und Kreislauf-Untersuchungen bei Lungenerkrankungen. *Thoraxchirurgie*, **4**, 314, 1956.
 - 20) 原 亨・関 一郎・三戸 繁・谷口成之・小川 悟・林 泰三・佐治 玄・水野寛之・松島輝幸・森 繁男・友田典則・星屋重夫・木村新次郎：誘発低酸素血に於ける冠循環、心筋代謝並びに之等と心電図の関係についての臨床的研究。総合臨床, **5**, 1670, 昭31.
 - 21) 原田重秋：急性肺水腫に関する臨床的並びに実験的研究。日胸外会誌, **7**, 1169, 昭31.
 - 22) Harrison, T.R., Blalock, A., Pilcher, C. & Wilson, C.P.: The Regulation of Circulation. VIII, The Relative Importance of Nervous, Endocrine and Vascular Regulation in the Response of the Cardiac Output to Anoxemia. *Am. J. Physiol.*, **83**, 284, 1927.
 - 23) 林 寛治：肺癌肺切除後の急性肺水腫。日胸外会誌, **6**, 582, 昭33.
 - 24) Hueck, O. E. & Zöllner, N.: Über den Wert der Spirometrie für die Operationsprognose Lungenkranker. *Thoraxchirurgie*, **2**, 421, 1955.
 - 25) 石川七郎・小川久夫・尾形利郎・佐藤孝次・米山武志・潘桂柳・五十嵐千代喜：肺切除の機能的適応評価—特に患側肺動脈閉塞試験を中心として—。呼吸器診療, **13**, 981, 昭33.
 - 26) 伊藤国彦：慢性窒息死の死因に関する実験的研究。日胸外会誌, **4**, 208, 昭31.
 - 27) 岩崎三生：肺結核症に於ける心電図学的研究。右室負荷を中心として。東京医学雑誌, **67**, 523, 昭34.
 - 28) 城 鉄男：結核の治療計画—肺機能の立場から—。結核研究の進歩, **23**号, 62, 昭33.
 - 29) 楠原淳郎・上野茂之・木平 広・山村芳正・吉見静夫・於保健吉・小崎正己・金沢永吉郎・堀口泰良・高橋節子：肺外科と心不全。肺, **5**, 100, 昭33.
 - 30) Levy, R.L., Barach, A.L. & Bruenn, H.G.: Effects of Induced Oxygen Want in Patients with Cardiac Pain. *Am. Heart J.*, **15**, 187, 1938.
 - 31) Levy, R. L., Patterson, J. E., Clark, T. W. & Bruenn, H. G.: The "Anoxemia Test" as an Index of the Coronary Reserve. *J. A.M.A.*, **117**, 2113, 1941.
 - 32) Levy, R.L., Williams, N.E., Bruenn, H. G. & Carr, H. A.: The "Anoxemia Test" in the Diagnosis of Coronary Insufficiency. *Am. Heart J.*, **21**, 634, 1941.
 - 33) Lindgren, I.: Variations in Oxygen Saturation in Blood During Hypoxemia Studied in about 270 Hypoxemia Tests. *Nord. Med.*, **30**, 1344, 1946.
 - 34) Luisada, A.A. & Cardi, L.: Acute Pulmonary Edema. Pathology, Physiology and Clinical Management. *Circulation*, **13**, 113, 1956.
 - 35) Maier, H. C. & Courmand, A.: Studies of the Arterial Oxygen Saturation on the Postoperative Period after Pulmonary Resection. *Surg.*, **13**, 199, 1943.
 - 36) Malmström, G.: The Cardiological Anoxemia Test with Special Reference to its Standardization. *Acta Med. Scandinav. Suppl.* 195, 1947.
 - 37) Mathers, J. A. L. & Levy, R. L.: Correlation of the Oxygen Saturation of the Blood and Changes in the Electrocardiogram, Blood Pressure and Heart Rate During the Anoxemia Test. Observations on Normal Persons and Patients with Suspected and Manifest Coronary Heart Disease. *Circulation*, **1**, 426, 1950.
 - 38) Miller, D., Bridge, E. V., Fowler, W. S., Helmholtz, F., Ellis, F. H. & Allen, G. T.: Pulmonary Function before and after Pulmonary Resection in Tuberculous Patient. *J. Thorac. Surg.*, **35**, 651, 1958.
 - 39) 官本 忍：重症肺結核の治療。日胸外会誌, **6**, 691, 昭33.
 - 40) Motley, H. L., Courmand, A., Werko, L., Himmelstein, A. & Dresdale, D.: The Influence of Short Periods of Induced Acute Anoxia upon Pulmonary Artery Pressure in Man. *Am. J. Physiol.*, **150**, 315, 1947.
 - 41) Nahas, G.G., Mather, G.W., Wargo, J.D.M. & Adams, W. L.: Influence of Acute Hypoxia on Sympathectomized and Adrenalectomized Dogs. *Am. J. Physiol.*, **177**, 13, 1954.
 - 42) 二之湯栄：肺結核外科的療法の血中酸素並びに炭酸ガスに及ぼす影響。名古屋市立大学医学雑誌, **2**, 143, 昭27.
 - 43) 中田勝次・田中 実・神宝定吾：肺機能不全症に於ける心筋空胞変性について。日病会誌, **45**, 587, 昭31.
 - 44) Nylin, G., DeFazio, V. & Marsico, F.: The Hypoxemia Test: An Analysis of 1130 Tests. *Cardiologia*, **17**, 191, 1950.
 - 45) 尾崎嘉篤：国立療養所に於ける手術死の検討。呼吸器診療, **12**, 779, 昭32.
 - 46) Perkins, J.F., Adams, W.E. & Flores, A.:

- Arterial Oxygen Saturation vs. Alveolar Oxygen Tension as a Measure of Venous Admixture and Diffusion Difficulty in the Lung. *J. Appl. Physiol.*, 8, 455, 1956.
- 47) Reid, L.C., Stephenson, H.E. & Hinton, J. W.: Cardiac Arrest. *Arch. Surg.*, 64, 409, 1952.
- 48) Riley, R.L., Shepard, R.H., Cohn, J.E., Carroll, D.G. & Armstrong, B.W.: Maximal Diffusing Capacity of the Lungs. *J. Appl. Physiol.*, 6, 573, 1954.
- 49) Rivera-Estrada, C., Saltzman, P. W., Singer, D. & Katz, L.N.: Action of Hypoxia on the Pulmonary Vasculature. *Circulation Research*, 6, 10, 1958.
- 50) 佐川弥之助・日下芳郎・粟林弘栄・井原晋・牛島哲・中村健・岩下弘一・横山崇・鹿島栄造：肺結核外科に於ける心肺性危機。特に心肺機能面からする考察。呼吸と循環，4，119，昭30。
- 51) 阪田唯祐：肺結核外科的侵襲の動脈血血液ガスに及ぼす影響。北海道医学会誌，32，79，昭32。
- 52) 関誠一郎・芥川光男：肺結核手術後の死亡例の検討。臨床外科，12，289，昭32。
- 53) Sealy, W.C., Young, W.G. & Harris, J.S.: Studies on Cardiac Arrest: The Relationship of Hypercapnia to Ventricular Fibrillation. *J. Thorac. Surg.*, 28, 447, 1954.
- 54) Sloan, H.E.: The Vagus Nerve in Cardiac Arrest. The Effect of Hypercapnia, Hypoxia on Reflex Inhibition of the Heart. *Surg. Gyn. & Obst.*, 91, 257, 1950.
- 55) Stewart, H. J., Horger, E. L. & Sorenson, C. W.: Experience with the "Anoxemia Test" in Patients with Angina Pectoris and in those with Atypical Chest Pain. *Am. Heart J.*, 36, 161, 1948.
- 56) Stroud, R.C. & Rahn, H.: Effect of O_2 and CO_2 Tensions upon the Resistance of Pulmonary Blood Vessels. *Am. J. Physiol.*, 172, 211, 1953.
- 57) 鈴木達雄：Induced Anoxia の肺循環に及ぼす影響。日胸外会誌，5，500，昭32。
- 58) 鈴木千賀志・木戸就一郎・岩淵正喜・山本二三子：肺癌切除術後の管理に就て。胸部外科，9，986，昭31。
- 59) 鈴木千賀志：重症肺結核の外科的療法。日胸外会誌，6，679，昭33。
- 60) 鈴木千賀志・仲田祐・木戸就一郎・梶塚暁・中山広信・古沢昭・岩淵正喜・川合巧・成童成穂：重症肺結核患者に於ける外科的療法の限界—特に肺機能に関して—。呼吸器診療，13，151，昭33。
- 61) 辰井半五郎・谷向茂作・木全達男・福井亨：肺機能の面より見たる肺切除術の術後管理。胸部外科，9，959，昭31。
- 62) 上野茂之：肺化膿症の心肺機能に関する研究。日胸外会誌，7，1123，昭34。
- 63) 穴沢雄作：外科に於ける肺循環の研究（後編）外科的肺疾患の手術前後の肺循環並びに低酸素吸入試験に関する臨床的研究。日外会誌，56，93，昭30。
- 64) 和爾隆政：肺癌患者の尿中 17-Ketosteroids 値と病期との相関，肺癌の臨床像との相関，切除後の動的観察及び術後急性肺水腫との相関。日胸外会誌，7，1381，昭34。
- 65) Wiggers, C. J.: Cardiac Adaptations in Acute Progressive Anoxia. *Ann. Int. Med.*, 14, 1237, 1941.