

左右別肺機能と肺切除術との関係について

柳 沢 昭 吾

北里研究所付属病院 (院長 宗武藤)

受付 昭和 35 年 6 月 20 日

I 緒 言

肺結核患者に外科的療法を行なう場合、左右別肺機能検査はその適応決定上不可欠であり、近年胸部外科領域の画期的進歩によりますます重要性を帯びている。そして手術後の肺機能の変化を、術前肺の状態や術後肺形成による肺機能低下、残存肺の肺機能温存、再膨脹あるいは切除範囲との関係などの諸問題と関連して内外諸家の報告が沢山寄せられている^{1)~38)}。

われわれも肺結核外科療法の一環として、手術前後に左右別肺機能検査を含めた主として換気面よりみた検査を Routine work として行なっている、その中から技術的に正しいと思われる成績を術前後に得たものを選んで、手術方法との関係、機能低下の実態を統計観察し、さらに運動負荷による左右別肺機能の意義について考察を試みた。

II 研究対象および研究方法

昭和 30 年から同 33 年までに北里研究所付属病院で行なつた肺機能検査 1,050 例中、同一症例で手術前および手術後の成績をとりえたのは 257 例であつた。手術術式別にみると、部分切除 30 例、亜区域切除 27 例、区域切除 80 例、肺葉切除 16 例、区切+胸成術 36 例、葉切+胸成術 33 例、胸成術 29 例であつた。年齢は 16~54 才 (平均 29 才)、性別では男 214 例、女 43 例である。

検査の時期は手術前と手術後 3~6 カ月に行なつた。肺容積分画は Spirographic method により、左右別には Carlens の双胴式気管支カテーテルを使用した。換気量は Douglas bag に集めた呼吸より湿式流量計により求め、呼吸分析には Scholander のガス分析装置を用いた。また全肺気量、残気量の測定は Opencircuit 純酸素法によつた。そして左右別換気量および O₂ 摂取量検査のさいは、Wolfgang Jacob の方法を基とした運動負荷を加えてテストした^{42) 44)}。こうして得た諸値から、肺活量 (実測値および正常予測値に対する % 肺活量) とその分画値、全肺気量、残気量、残気率、肺内混合指数、MBC (実測値および正常予測値に対する % MBC)、AVI、分時換気量、分時 O₂ 摂取量、CO₂ 排泄量を検討因子とした。

III 成 績

1. 肺活量 (表 1, 2)

全肺活量を手術術式別にみると (表 1)、術前値は胸成術群を除き各群とも正常予測値の 80 % 以上を占めており、術後は切除範囲の大きいものほど減少が著しい。術後値はたとえば正常予測値に対する実測値の百分率 (以下 % 肺活量と略す) でみると、部分切除は 80.1 %、亜区切は 74.4 %、区切は 70.1 % であるのに対し、葉切または切除に胸成術の加わつた群は 60~61 %、胸成術群は 49.9 % と各群の最低値を示す。術前後の変動率でみれば、その減少率は切除範囲の大きい区切、葉切、および肺切除に胸成術の加わつた群で大きい。ただし区域切除群と肺葉切除群の間には変動率に有意の差を認めなかつた。

次に手術別にみた左右別肺機能を、術側および健側に統一してみると (表 2)、術側の肺活量の減少率は葉切群と、切除+胸成術群において高く、術後値も % 肺活量で 20 % 前後の低値を示し、中でも胸成術群と葉切+胸成術群は 20 % 以下となつている。ただし胸成術群は前述のように術前値がすでに低い群である。

健側では、切除のみの群は術前後に有意の差がないのに反し、切除+胸成術群および胸成術群では、危険率 5 % 以下で有意の減少がみられた。以上の成績は手術側が右あるいは左であることに関係なく同様である。

2. 肺活量分画値 (表 3, 4)

全肺活量の分画値は表 3 のごとく、深吸気量は部切から区切までは術前後の変動がなく、葉切以下は変動率で -15 % 以上の減少があり、術後の値は葉切+胸成術群、胸成術群が 1,600 cc 以下の低値を示す。予備呼吸気量は各群とも変動率 -10 % 以上の減少がみられ、切除範囲の大きなものおよび胸成術の加わつた群で減少率も高く、術後値も低値である。すなわち肺活量分画のうち、予備呼吸気量の減少が著しくそれは肺切除の程度に比例する。

左右別肺活量分画値を、術側健側別にまとめると (表 4)、術側では深吸気量も予備呼吸気量もともに変動率 -10 ~ -50 % の減少がみられ、切除+胸成術群では予備呼吸気量のはなはだしい減少が目立つ。これに反し胸成術の減少率は -20 % 前後に止まつているが、これはこの

表1 手術別にみた肺活量の平均

		術 前	術 後	術 前 後 の 変 動		例 数
				差	変動率 (%)	
部分切除	obs. cc	3,210 ± 180	2,900 ± 250	-310 ± 50	-9.7 ± 1.0	30
	obs./pred. %	85.9 ± 3.2	80.1 ± 5.5	-5.8 ± 3.4	-9.7 ± 1.2	
亜区域切除	obs.	3,320 ± 260	2,880 ± 150	-505 ± 120	-12.2 ± 6.7	27
	obs./pred.	87.1 ± 5.5	74.4 ± 4.8	-12.7 ± 5.2	-14.9 ± 5.1	
区域切除	obs.	3,070 ± 210	2,440 ± 470	-630 ± 150	-20.5 ± 5.0	80
	obs./pred.	86.2 ± 5.2	70.1 ± 7.1	-16.1 ± 4.8	-20.5 ± 3.7	
肺葉切除	obs.	2,880 ± 100	2,350 ± 270	-530 ± 46	-18.0 ± 4.0	16
	obs./pred.	80.8 ± 6.8	61.5 ± 8.2	-19.3 ± 10.8	-18.4 ± 7.9	
区切 + 胸成	obs.	3,300 ± 240	2,470 ± 270	-830 ± 125	-25.1 ± 6.1	38
	obs./pred.	83.8 ± 3.2	61.3 ± 2.5	-22.5 ± 5.6	-25.1 ± 5.0	
葉切 + 胸成	obs.	3,045 ± 200	1,990 ± 195	-1,055 ± 280	-31.4 ± 12.5	33
	obs./pred.	80.0 ± 7.1	60.6 ± 7.1	-19.4 ± 5.7	-24.6 ± 1.9	
胸成術	obs.	2,470 ± 75	1,851 ± 120	-620 ± 70	-25.1 ± 3.0	29
	obs./pred.	65.7 ± 2.1	49.9 ± 2.0	-15.8 ± 3.5	-25.0 ± 4.3	

注: obs. = 実測値, pred. = 正常予測値, ± = S. D.

表2 手術別にみた左右別 VC の平均

		術 側				健 側				例 数
		術 前	術 後	術前後の変動		術 前	術 後	術前後の変動		
				差	変動率 (%)			差	変動率 (%)	
部分切除	obs. cc	1,407 ± 120	1,081 ± 79	-326 ± 20	-23.2 ± 1.0	1,374 ± 120	1,428 ± 4.0	+54 ± 130	+3.9 ± 6.6	30
	obs./pred. %	37.3 ± 2.3	28.4 ± 1.0	-9.9 ± 2.8	-24.0 ± 4.3	37.9 ± 6.4	38.9 ± 2.5	+1.0 ± 2.5	+2.7 ± 3.9	
亜区域切除	obs.	1,353 ± 200	1,074 ± 180	-279 ± 30	-20.6 ± 2.2	1,465 ± 180	1,503 ± 44	+38 ± 100	+2.6 ± 7.0	27
	obs./pred.	35.5 ± 3.2	30.1 ± 1.1	-5.4 ± 6.7	-15.0 ± 6.9	37.6 ± 6.4	40.1 ± 3.0	+2.5 ± 2.8	+6.5 ± 7.5	
区域切除	obs.	1,333 ± 100	797 ± 180	-536 ± 120	-40.0 ± 9.0	1,358 ± 55	1,286 ± 80	-72 ± 30	-5.3 ± 2.4	80
	obs./pred.	38.9 ± 2.5	28.9 ± 1.7	-10.0 ± 6.8	-25.6 ± 6.5	40.9 ± 2.6	38.7 ± 6.4	-2.2 ± 2.1	-5.2 ± 2.4	
肺葉切除	obs.	1,378 ± 20	1,027 ± 30	-351 ± 15	-25.5 ± 4.5	1,530 ± 50	1,330 ± 30	-200 ± 120	-13.1 ± 10.1	16
	obs./pred.	35.4 ± 1.0	22.8 ± 3.2	-12.6 ± 1.2	-35.6 ± 1.3	36.0 ± 3.9	32.9 ± 2.6	-3.1 ± 3.3	-10.3 ± 6.0	
区切 + 胸成	obs.	1,402 ± 30	904 ± 76	-588 ± 50	41.7 ± 3.2	1,514 ± 64	1,300 ± 25	-214 ± 70	-14.1 ± 7.2	38
	obs./pred.	35.9 ± 2.2	22.7 ± 1.0	-13.2 ± 1.2	-37.0 ± 1.0	39.4 ± 4.4	35.4 ± 5.7	-4.0 ± 4.9	-7.7 ± 3.9	
葉切 + 胸成	obs.	1,303 ± 26	525 ± 200	-778 ± 208	-59.6 ± 20.0	1,509 ± 390	1,107 ± 20	-402 ± 150	-26.7 ± 12.0	33
	obs./pred.	35.4 ± 1.6	19.9 ± 2.6	-15.5 ± 2.2	-44.9 ± 6.6	42.4 ± 6.4	35.3 ± 1.2	-7.1 ± 4.9	-16.0 ± 8.7	
胸成術	obs.	936 ± 65	632 ± 150	-304 ± 80	-32.5 ± 4.0	1,331 ± 110	1,209 ± 102	-122 ± 50	-9.2 ± 3.8	29
	obs./pred.	25.5 ± 1.2	19.7 ± 1.4	-5.8 ± 0.2	-22.6 ± 6.8	34.6 ± 5.1	27.9 ± 4.4	-6.7 ± 3.8	-19.6 ± 4.1	

注: obs. = 実測値, pred. = 正常予測値, ± = S. D.

群の術前値がすでに深吸気量も予備呼気量もともに少ないためである。健側では術前後に有意の差がほとんどみられず、わずかに葉切、切除+胸成術、胸成術群で深吸気量の軽度減少がある程度である。

3. 全肺気量, 残気量, 肺内混合指数 (表5)

全肺気量は各群とも -20% 前後の減少がみられ、葉切+胸成術群はとくに減少率 -33.8% と高率の減少を示す。また術後の値は大体 4,000 cc 前後である

表3 手術別にみた肺活量分画値の平均

			術 前	術 後	術 前 後 の 変 動		例 数
					差	変 動 率 (%)	
部分切除	深吸気量 cc		2,350 ± 350	2,230 ± 370	-120 ± 100	-5.1 ± 4.2	30
	予備呼気量 cc		905 ± 210	775 ± 180	-130 ± 67	-14.4 ± 5.5	
亜区域切除	深吸気量		2,320 ± 420	2,185 ± 350	-135 ± 85	-5.8 ± 2.2	27
	予備呼気量		931 ± 170	830 ± 100	-101 ± 70	-11.0 ± 5.0	
区域切除	深吸気量		2,205 ± 205	2,223 ± 250	+ 18 ± 50	+0.8 ± 2.5	80
	予備呼気量		890 ± 40	750 ± 65	-140 ± 30	-15.7 ± 3.7	
肺葉切除	深吸気量		2,145 ± 45	1,753 ± 100	-392 ± 120	-18.2 ± 4.0	16
	予備呼気量		842 ± 40	619 ± 38	-223 ± 40	-26.5 ± 5.0	
区切+胸成	深吸気量		2,310 ± 500	1,740 ± 140	-630 ± 180	-27.3 ± 16.0	38
	予備呼気量		869 ± 40	619 ± 39	-250 ± 60	-28.7 ± 9.1	
葉切+胸成	深吸気量		2,002 ± 450	1,600 ± 107	-403 ± 89	-20.2 ± 9.0	33
	予備呼気量		842 ± 38	580 ± 20	-262 ± 20	-31.1 ± 3.4	
胸成術	深吸気量		1,875 ± 100	1,551 ± 60	-324 ± 49	-15.0 ± 5.4	29
	予備呼気量		773 ± 30	535 ± 25	-238 ± 25	-30.4 ± 5.8	

注: ± = S. D.

表4 手術別にみた左右別肺活量分画値の平均

		術 側				健 側				例数
		術 前	術 後	術前後の変動		術 前	術 後	術前後の変動		
				差	変 動 率 (%)			差	変 動 率 (%)	
部分切除	深吸気量 cc	960 ± 20	778 ± 36	-182 ± 45	-19.5 ± 10.1	1,025 ± 35	967 ± 30	- 58 ± 38	- 5.6 ± 5.8	30
	予備呼気量 cc	429 ± 41	342 ± 12	- 87 ± 18	-20.2 ± 9.8	415 ± 30	489 ± 41	+ 74 ± 80	+17.8 ± 18.0	
亜区域切除	深吸気量	923 ± 27	842 ± 56	- 81 ± 25	- 8.8 ± 3.3	1,070 ± 50	1,050 ± 50	- 20 ± 60	- 1.9 ± 5.8	27
	予備呼気量	440 ± 90	369 ± 40	- 71 ± 20	-16.2 ± 7.2	483 ± 47	563 ± 12	+ 80 ± 60	+16.5 ± 15.4	
区域切除	深吸気量	933 ± 110	670 ± 50	-263 ± 35	-28.2 ± 3.0	943 ± 32	953 ± 32	+ 10 ± 30	+ 1.1 ± 4.9	80
	予備呼気量	520 ± 120	326 ± 60	-194 ± 60	-37.3 ± 4.7	495 ± 10	485 ± 35	- 10 ± 20	- 2.0 ± 6.0	
肺葉切除	深吸気量	923 ± 10	577 ± 27	-346 ± 70	-37.5 ± 2.5	978 ± 140	853 ± 90	-125 ± 75	-12.8 ± 10.5	16
	予備呼気量	527 ± 75	337 ± 37	-140 ± 70	-26.6 ± 9.6	510 ± 50	427 ± 23	- 83 ± 25	-16.2 ± 5.8	
区切+胸成	深吸気量	962 ± 100	610 ± 50	-352 ± 48	-36.5 ± 4.2	1,043 ± 43	950 ± 10	- 93 ± 53	- 8.9 ± 6.7	38
	予備呼気量	412 ± 23	189 ± 43	-223 ± 25	-54.2 ± 7.6	447 ± 80	469 ± 19	+ 22 ± 50	+ 4.9 ± 6.1	
葉切+胸成	深吸気量	933 ± 57	642 ± 52	-291 ± 20	-31.2 ± 4.8	1,130 ± 130	978 ± 78	-152 ± 52	-13.6 ± 3.3	33
	予備呼気量	446 ± 40	224 ± 29	-222 ± 12	-49.6 ± 2.4	458 ± 76	465 ± 30	+ 7 ± 37	+ 1.5 ± 8.9	
胸成術	深吸気量	614 ± 10	479 ± 35	-135 ± 35	-22.0 ± 6.0	900 ± 80	720 ± 80	-180 ± 40	-20.0 ± 4.4	29
	予備呼気量	299 ± 30	239 ± 15	- 60 ± 20	-20.0 ± 6.2	430 ± 46	420 ± 30	- 10 ± 6	- 2.3 ± 4.9	

注: ± = S. D.

が、葉切 (3,383 ± 570 cc), 葉切+胸成術 (3,193 ± 523 cc), 胸成術 (3,285 ± 670 cc) が低値を示す。残気量は区切+胸成術群と胸成術群を除いて各群とも軽度の減少があるが、とくに葉切+胸成術群は -44.5 ± 8.5 % の

減少率を示してもつとも減少がはなはだしい。したがってこの群は残気率も術後有意の減少がみられる。

これに反し他の群では残気率に術前後の有意の差のあるものはない。肺内ガス混合指数には各群とも術前後に

表5 手術別にみた全肺気量, 残気量, 肺内混合指数

			術 前	術 後	術前後の変動率 (%)	例 数
部分切除	TLC	cc	5,065 ± 470	4,140 ± 810	-18.3 ± 2.1	23
	RV	cc	1,750 ± 602	1,435 ± 300	-18.0 ± 4.9	
	RV/TLC	%	37.3 ± 5.4	32.2 ± 7.0	-13.7 ± 10.1	
	N ₂	%	1.67 ± 0.31	1.53 ± 0.43	-0.8 ± 6.5	
亜区域切除	TLC		5,320 ± 620	4,360 ± 570	-18.0 ± 2.5	24
	RV		1,830 ± 430	1,725 ± 250	-5.7 ± 4.4	
	RV/TLC		34.1 ± 9.0	34.4 ± 9.5	+0.1 ± 6.7	
	N ₂		1.36 ± 0.41	1.49 ± 0.21	+9.5 ± 12.5	
区域切除	TLC		4,830 ± 780	3,765 ± 710	-22.0 ± 4.1	62
	RV		1,595 ± 310	1,250 ± 250	-21.6 ± 4.0	
	RV/TLC		31.4 ± 7.6	33.6 ± 10.3	+7.0 ± 9.1	
	N ₂		1.45 ± 0.61	1.61 ± 0.31	+11.0 ± 7.6	
肺葉切除	TLC		4,060 ± 640	3,383 ± 570	-16.6 ± 8.4	16
	RV		1,410 ± 260	1,140 ± 300	-19.2 ± 5.7	
	RV/TLC		27.0 ± 15.0	32.5 ± 11.0	+20.4 ± 18.1	
	N ₂		1.46 ± 0.25	1.48 ± 0.12	+0.1 ± 3.0	
区切 + 胸成	TLC		4,520 ± 795	3,726 ± 632	-17.5 ± 6.8	31
	RV		1,410 ± 410	1,414 ± 340	+0.3 ± 7.8	
	RV/TLC		30.4 ± 10.3	36.2 ± 8.2	+19.4 ± 11.0	
	N ₂		1.51 ± 0.12	1.65 ± 0.10	+9.3 ± 3.5	
葉切 + 胸成	TLC		4,826 ± 550	3,193 ± 523	-33.3 ± 6.7	27
	RV		1,831 ± 400	1,016 ± 250	-44.5 ± 11.5	
	RV/TLC		38.2 ± 6.5	28.0 ± 13.2	-26.7 ± 13.1	
	N ₂		1.86 ± 0.53	1.57 ± 0.23	-15.6 ± 10.0	
胸成術	TLC		3,920 ± 520	3,285 ± 670	-16.2 ± 6.5	25
	RV		1,435 ± 310	1,510 ± 290	+5.2 ± 4.2	
	RV/TLC		37.1 ± 5.1	37.1 ± 11.0	0 ± 10.2	
	N ₂		1.66 ± 0.41	1.55 ± 0.51	-6.6 ± 10.1	

注: TLC=全肺気量, RV=残気量, N₂%=肺内混合指数, ±=S.D.

有意の差が認められなかった。

4. MBC および AVI (表6)

MBC は術前値が各群とも正常予測値に対して70%以下で低く, 術前後に有意の差がみられるものは少ない。明らかに減少しているのは胸成術だけで, 肺切除術後 MBC は比較的短期間に術前値にまで戻るようである。

AVI は術前 0.8 に近い値をとり, 術後にはかえって 1.0 に近づく傾向の群が多い。

5. 安静時の分時換気量, O₂ 摂取量, CO₂ 排泄量 (表7)

安静時に測定した分時換気量, 分時 O₂ 摂取量ならびに CO₂ 排泄量は表7のごとくで, 各群とも術前後の変動に有意の差がない。

RQ, O₂ 摂取率も同様に術前後の差がない。

6. 運動負荷時の左右別分時換気量, O₂ 摂取量, CO₂ 排泄量 (表8)

左右別肺機能検査のさい, 2分間の運動負荷を加え, その間の分時換気量, 分時 O₂ 摂取量および CO₂ 排泄量を測定して, 術側健側別にまとめたものが表8である。術側では, 分時換気量は葉切, 葉切+胸成術, 胸成術の各群で術後の減少が認められる。O₂ 摂取量は切除量の大きなもの, あるいは胸成術を加えたもので減少の傾向があり, 胸成術では明らかに有意の減少がある。健側の O₂ 摂取量は胸成術を除き増加の傾向があり, 切除+胸成術群では有意の増加がみられる。CO₂ 排泄量は O₂ 摂取量と同様の傾向である。分時換気量には一定の傾向がない。

表6 MBC および AVI

		術 前	術 後	術 前 後 の 変 動		例数
				差	変動率(%)	
部分切除	MBC l/min.	78.6 ± 10.1	72.5 ± 11.2	- 6.1 ± 4.0	- 3.1 ± 5.1	23
	MBC/pred. %	68.6 ± 10.2	66.6 ± 10.1	- 2.0 ± 5.1	- 2.9 ± 9.2	
	AVI	0.80 ± 0.10	0.83 ± 0.10	+0.03 ± 0.1	+ 3.7 ± 9.0	
亜区域切除	MBC	74.5 ± 9.1	73.5 ± 8.0	- 1.0 ± 4.5	- 1.3 ± 5.2	24
	MBC/pred.	67.2 ± 7.0	66.6 ± 6.5	- 0.6 ± 3.1	- 0.7 ± 5.0	
	AVI	0.77 ± 0.10	0.90 ± 0.08	+0.13 ± 0.1	+16.9 ± 10.0	
区域切除	MBC	74.1 ± 9.2	70.8 ± 8.9	- 3.3 ± 5.3	- 4.5 ± 6.0	62
	MBC/pred.	67.7 ± 8.1	65.2 ± 7.1	- 2.5 ± 5.9	- 5.8 ± 4.9	
	AVI	0.78 ± 0.10	0.93 ± 0.10	+0.15 ± 0.1	+19.2 ± 10.3	
肺葉切除	MBC	71.6 ± 10.1	62.1 ± 7.9	- 9.5 ± 7.1	-13.3 ± 10.2	16
	MBC/pred.	68.9 ± 9.6	59.2 ± 7.3	- 9.7 ± 8.1	-13.6 ± 9.5	
	AVI	0.85 ± 0.10	0.96 ± 0.20	+0.11 ± 0.1	+13.0 ± 8.5	
区切+胸成	MBC	76.8 ± 10.0	63.6 ± 10.0	-13.2 ± 10.0	-17.2 ± 9.9	31
	MBC/pred.	68.9 ± 10.0	57.7 ± 9.3	-11.2 ± 10.1	-16.2 ± 10.1	
	AVI	0.82 ± 0.10	0.94 ± 0.10	+0.12 ± 0.1	+14.6 ± 13.1	
葉切+胸成	MBC	69.3 ± 8.0	57.4 ± 7.5	-11.9 ± 9.1	-17.2 ± 12.3	27
	MBC/pred.	62.8 ± 10.0	52.1 ± 8.6	-10.7 ± 11.3	-10.6 ± 11.2	
	AVI	0.78 ± 0.12	0.86 ± 0.08	+0.08 ± 0.1	+10.2 ± 11.2	
胸成術	MBC	60.8 ± 10.0	44.7 ± 7.2	-16.1 ± 10.0	- 24.8 ± 19.0	25
	MBC/pred.	57.1 ± 8.5	42.2 ± 9.0	-14.9 ± 7.9	- 17.6 ± 8.1	
	AVI	0.87 ± 0.10	0.85 ± 0.10	-0.02 ± 0.12	- 2.3 ± 16.9	

注: pred. = 正常予測値, ± = S. D.

1. 肺活量について

肺活量の術後の変動は肺切除量に比例して減少しているという報告と^{1)~4)},むしろ術後の合併症による肋膜肺形成が大きな因子だとするものもあり^{2) 5)~7)},あるいは開胸効果をその主な基因だとする一派もある^{8)~10)}。もちろん切除手術に加うるに胸成術の影響もさぶる大である^{11)~13)}。

著者の成績をみると、術前後の変動はたとえば%肺活量の術後の減少率でみると、表1でみられるごとく、部切—9.7±1.2%, 亜区切—14.9±5.1%, 区切—20.5±3.7%でそれぞれ危険率5%以下で有意の差が認められる。同様に葉切は—18.4±7.9%で部切、亜区切との間に有意の差がある。このように明らかに切除量の大きいものほど減少率が大きく、またすでに述べたように肺活量の術後値も切除量の大きい群ほど低値となっていることからみて、肺切除術後に起こる肺活量変動の最大原因は、呼吸面積の減少にあるといえよう。しかし元来肺切除術は肋膜の癒着を合併するもので、しかも肋膜の癒着の大きいほど肺活量の低下は著しい^{2) 5) 7) 40)}。この意味で術後の胸部レ線写真で各症例を検討してみた

結果、肺尖または肺底のみに肺形成のあるものが切除群全体の86%であった。このことは、術後の合併症による肺形成の肺機能に対する影響は高度の肺形成の場合はなほだしいが、中等度または軽度の場合は影響が少ないという報告と一致している^{5)~7)}。すなわち、術側の肺形成が高度でない場合は、術後肺活量の減少は切除量にきわめてよく比例するといえる。

区切群と葉切群との間にあたかも変動率の差がないようにみえるのは、区分上便宜に区切群の中に1~数区域の切除例を含めていることと、葉切例が少ないこと(内訳は右上葉5例, 右中葉3例, 右下葉3例, 左下葉5例)などの影響があるであろう。胸成術の特徴は、まず術前値が%肺活量で65.7%と各群中最低であること、および術後の値も最低であることである。つまり胸成術群は健側の肋膜癒着による全肺活量の減少を主因とし^{11) 12) 36)},あるいはその他の理由で切除術が施行できなかった群であり、手術による肺活量の減少率は高くないが、術後値そのものは最低である。

左右別肺活量では、術側肺活量の減少は切除面積に比例し、健側の肺活量も多少減少するものであり^{14) 15)},

表 7 安静時の分時換気量と O₂ 消費量および CO₂ 排泄量

		術 前	術 後	術前後の変動率 (%)	例数
部分切除	分時換気量 l/min./m ²	6.1 ± 1.0	6.7 ± 2.0	+ 9.8 ± 18.7	23
	O ₂ 摂取量 cc/min.	274 ± 64	297 ± 69	+ 8.4 ± 16.2	
	CO ₂ 排泄量 cc/min.	208 ± 56	235 ± 64	+ 13.0 ± 16.3	
亜区域切除	分時換気量	6.2 ± 1.0	5.7 ± 1.2	- 8.1 ± 12.1	24
	O ₂ 摂取量	296 ± 90	284 ± 37	- 4.1 ± 8.2	
	CO ₂ 排泄量	225 ± 110	213 ± 63	- 5.3 ± 14.0	
区域切除	分時換気量	5.5 ± 0.8	5.8 ± 0.9	- 5.5 ± 10.9	62
	O ₂ 摂取量	250 ± 98	265 ± 73	+ 6.0 ± 13.1	
	CO ₂ 排泄量	190 ± 76	199 ± 69	+ 4.5 ± 13.9	
肺葉切除	分時換気量	6.0 ± 1.1	5.8 ± 1.2	- 3.3 ± 12.1	16
	O ₂ 摂取量	285 ± 82	240 ± 53	- 15.8 ± 13.0	
	CO ₂ 排泄量	205 ± 32	189 ± 72	- 7.8 ± 14.1	
区切 + 胸成	分時換気量	6.3 ± 1.1	5.8 ± 1.2	- 7.9 ± 8.2	31
	O ₂ 摂取量	278 ± 81	262 ± 93	- 5.8 ± 14.1	
	CO ₂ 排泄量	211 ± 62	197 ± 76	- 6.6 ± 12.1	
葉切 + 胸成	分時換気量	5.5 ± 1.0	5.7 ± 0.7	- 3.6 ± 6.2	27
	O ₂ 摂取量	268 ± 60	262 ± 52	- 2.2 ± 17.8	
	CO ₂ 排泄量	201 ± 70	194 ± 26	- 3.5 ± 15.0	
胸成術	分時換気量	5.7 ± 1.0	5.9 ± 0.3	- 3.5 ± 7.2	25
	O ₂ 摂取量	269 ± 70	282 ± 86	+ 4.8 ± 16.7	
	CO ₂ 排泄量	196 ± 67	212 ± 79	+ 8.2 ± 14.0	

注: ± = S. D.

とくに胸廓変形のはなはだしい胸成術例では健側の減少がはなはだしいという報告¹⁵⁾にほぼ一致する成績を得た。そのさい手術後に、術側の肺活量は区切程度の小範囲の切除では % 肺活量で 30 % 残存し、胸成術では正常予測値の 20 % 以下となり、葉切あるいは切除に胸成術の加わった群は両者の中間にあるといえる。健側では、Kaltreider¹²⁾、Courmand¹⁶⁾ 17)らの指摘するごとく、切除+胸成術群など肋骨切除による胸廓運動性の低下した群で術後明らかに有意の減少が認められた。

2. 肺活量分画値について

肺活量の変動をその分画値によつて分析してみると、肺切除による肺活量の変動はすでに述べたように失った呼吸面積の多寡により左右されているが、肺活量分画値の深吸気量と予備呼気量の変動は必ずしも平行していない。

しかしながら予備呼気量については各群とも変動率 -10%以上の減少がみられ、しかも切除群では肺切除の程度にはほぼ比例し、胸成術群では胸廓変形により著しい減少を示す。そして前述のごとく切除群には術後軽度の残気量の減少と全肺気量の減少があるので、Gorlin⁹⁾らが、開胸手術で予備呼気量の低下するのは呼吸系の変

化すなわち Lowerd expiratory midposition であるとしているようには結論しがたい。大体、予備呼気量には個体差が著しく、肺活量との比も広範囲に分布しているので⁴⁵⁾、手術と呼吸基準位との関係を明らかにするには大きな困難がある。

深吸気量は開胸手術、切除手術による影響は比較的少なく、胸成術による胸廓の変形もしくは運動制限のあつた場合に減少している。

3. 全肺気量、残気量、肺内混合指数について

全肺気量の変動は、当然肺活量の変動と残気量の変動とを合した値で変動してくる。そのため肺活量の変動と必ずしも一致せず、術後の減少率からみても、術後値からみても各群に有意の差がない。

残気量は胸部手術後増加するという報告¹⁸⁾ 19)、あるいは不変とする報告があるが⁹⁾ 47)、一般に左上葉あるいは右上・中葉切除などの切除量の大きい例で補正胸成術をしない場合気腫傾向があるといわれ³⁰⁾ 32)、Miller³⁹⁾はこれを Compensatory overexpansion であると述べている。われわれの部切から葉切までにいたる各群では残気量の軽度減少をみるのみで、残気率にも有意の差がなくかつ術後値が平均して 1,500 cc 以下であ

表 8 運動負荷時の左右別分時換気量と O₂ 消費量

		術 側			健 側			例数
		術 前	術 後	術前後の変動率(%)	術 前	術 後	術前後の変動率(%)	
部分切除	分時換気量	3.15±1.5	3.40±1.0	+ 7.9±13.0	2.85± 1.0	3.05±0.8	+ 7.9±13.5	23
	O ₂ 摂取量	136± 45	138± 50	+ 1.5±25.5	139± 31	158± 29	+13.7±15.0	
	CO ₂ 排泄量	102± 55	112± 55	+11.3±25.1	110.5± 40	121.5± 31	+10.0±14.5	
亜区域切除	分時換気量	2.85±0.9	2.56±1.2	-10.3±10.4	3.22±1.0	3.23±1.1	+ 3.1±11.5	24
	O ₂ 摂取量	124± 38	127± 40	+ 2.4±19.0	161± 32	167± 41	+ 4.7±22.1	
	CO ₂ 排泄量	69.8± 35	93± 37	+33.3±25.0	113.5± 28	130± 25	+14.5±23.7	
区域切除	分時換気量	3.24±1.3	2.76±1.0	-14.8±13.1	4.05±1.0	3.20±1.1	- 2.2±13.2	62
	O ₂ 摂取量	137± 65	139± 51	+ 1.5±19.5	161± 35	159± 32	- 1.2±24.4	
	CO ₂ 排泄量	109.5± 37	95± 37	-13.7±26.3	123.5± 30	112± 29	- 9.3±23.2	
肺葉切除	分時換気量	3.75±1.4	3.04±1.3	-19.0±10.3	3.71±1.7	3.63±1.5	- 2.2±18.5	16
	O ₂ 摂取量	190± 82	159± 72	-16.3±28.8	180± 51	184± 49	+ 2.2±26.6	
	CO ₂ 排泄量	128± 45	85± 62	-33.7±28.6	134.1± 34	125.1± 52	- 6.7±15.3	
区切+胸成	分時換気量	2.49±0.6	2.14±0.9	-14.1±17.6	2.82±1.2	3.28±1.7	+16.3±17.0	31
	O ₂ 摂取量	133± 63	134± 32	+0.07±25.9	143± 49	174± 58	+21.9±12.0	
	CO ₂ 排泄量	90.3± 40	77± 50	-14.4±15.6	104.4± 32	129.8± 31	+24.3±20.4	
葉切+胸成	分時換気量	2.88±1.0	2.13±0.7	-26.0±13.5	2.95±0.8	3.35±1.2	+13.5±14.5	27
	O ₂ 摂取量	136± 65	105± 46	-22.8±24.4	149± 42	178± 51	+19.4±18.0	
	CO ₂ 排泄量	100.5± 45	83± 35	-17.7±15.5	106± 32	119.7± 58	+12.9±20.4	
胸成術	分時換気量	3.45±1.4	2.25±1.0	-35.0±10.3	4.0±1.0	3.10±1.1	-22.5±15.5	25
	O ₂ 摂取量	135± 62	96± 59	-28.9±18.0	190± 42	142± 50	-25.2±22.0	
	CO ₂ 排泄量	115.3± 52	73± 45	-36.4±19.2	142.5± 48	107.5± 39	-24.6±24.2	

注: ±=S. D.

ることから切除術後必ずしも Hyperinflation になつておらず、肺内混合指数が 1.5 % 付近にあつて正常であり肺気腫の傾向がみられない。このうち、葉切群でも気腫傾向がみられなかつたので個々の症例を検討してみると、われわれの成績には左上葉切除または右中・下葉切除など比較的大きい範囲の切除例が含まれていなかったことが原因していると思われ、少なくとも右上葉切除、中葉切除、左下葉切除例では術後気腫傾向がなかつた。

葉切+胸成術群の特徴は全肺気量、残気量の減少がはなはだしく、しかも残気率の有意の減少と肺内混合指数の低下がみられることであるが、この現象は中でも左上葉切除+胸成術例に著しい。このことは左上葉切除のような大きな切除量でも、胸成術を加えることにより肺の過膨脹を防ぎ気腫傾向を示さなかつたように思われるが、葉切+胸成術群は残気量の術前値が高く正常値をこえ、残気率も他群に比べてすでに術前に高値を示していたことから手術のためとのみ断定しがたく、術後の残気量、残気率に関する追加胸成術の意義について結論は得られなかつた。

4. MBC および AVI について

MBC に関する報告をみてもその術後の変動は肺活量に比べて少ないようで 8) 9) 11) 12) 18) 21) 22)、肺切除では 1~2 区切では影響がなく、3~4区切以上で変動率 -10~-15 % の減少がみられる程度である 8) 11) 12) 14) 18)。そして胸成術による減少はこれよりやや大きいという 12) 13) 18)。著者の成績もこれに近いものであるが、その特徴はむしろ MBC の術前値が平均して正常予測値の 70 % 以下であり、また AVI も 0.85 以下にあるということにある。これは肺結核患者は軽度の呼出障害があり術前の MBC が低く、また AVI が 1.0 より小さいことは気道内腔の痙攣、解剖学的な狭小化、あるいは肺の弾力性の減少などがあることが考えられる 45)。そして手術後とくに肺切除術群では呼出障害の程度は変わらず、胸成術が加えられると呼出障害の程度がやや強くなる。しかし肺切除群でも胸成術群でも術後の拘束性換気機能障害が呼出障害よりもはなはだしいために、AVI は 1.0 に近づくようにみえる。しかも AVI の値はかなり幅をもつて考慮せねばならず、この程度の変動は意味づけがたい点がある。

5. 安静時の分時換気量、分時O₂摂取量およびCO₂

排泄量について

安静時には前述のごとく、分時換気量、 O_2 摂取量、および CO_2 排泄量に術前後に特別の差はなかつたが、これは手術による拘束性換気機能障害と呼吸面積の減少があるにもかかわらず、安静時には十分なガス交換が行なわれていることを示す。したがって術前検査としては、安静時に正常であるということでは不満足である。

6. 運動負荷時の左右別分時換気量、分時 O_2 摂取量および CO_2 排泄量について

すでに述べたごとくわれわれは左右別肺機能検査のさい 2 分間の運動負荷を加え^{42) 44)}、分時換気量、分時 O_2 摂取量、 CO_2 排泄量を測定したが、左右別 O_2 摂取量を運動負荷時に測定した理由は、カテーテル挿入が気道を変化させ換気に影響を与え、安静状態を乱して多くの場合 O_2 代謝を促進させる可能性がある⁴²⁾、運動を負荷して一定のレベルまで O_2 要求が上昇したところで左右肺の O_2 摂取能力を比較したこと、もう 1 つは安静では出ない変化も運動時には出るはずで、負荷によつて上昇した O_2 需要に応じうるかどうかを知ろうとするためである。

そこでまず得られた術側肺および健側肺の O_2 摂取量の平均値を合計して、運動負荷時の全肺の O_2 摂取量を求め、各手術群で術前後の比較をしてみると、部切では術前後がそれぞれ 275 cc : 296 cc、亜区切では 285cc : 294 cc、区切は 298 cc : 298 cc と部切から区切までの小切除量では運動負荷時の O_2 摂取量に術前後の差がないようである。肺葉切除では術前 370 cc、術後 343 cc でやや減少の傾向があるが有意の差ではなく、切除+胸成術群も術前 281 cc、術後 295 cc で差がないが、胸成術群のみは術前 325 cc、術後 238 cc で明らかに術後 5% 以下の危険率で有意の減少が認められた。すなわち大なる虚脱を受けた胸成術群のみは、運動負荷によつて増加した O_2 需要に応じ切れない状態であることを示している。

次にこのことを術側健側別に分けて検討を加えると、表 8 でみられるごとく部切から区切までの比較的少ない切除量では術側健側ともに手術前後に有意の差がなく、全消費量にも変りがないが、しかし切除+胸成術群では術側 O_2 摂取量の減少、健側の増加がみられ、したがって合計では術前後に O_2 摂取量の差がない。つまり切除+胸成術群では術側の運動負荷時 O_2 摂取量の低下を健側の O_2 摂取が補つて、上昇した需要量を満たしていると解せられる。これに反して胸成術のみの群では術側の減少がみられると同時に健側でも明らかに減少が認められ全体として減少したことは、術側 O_2 摂取量低下に対して健側が代償しえず、高まつた O_2 需要に応じきれない状態であることを示している。葉切群は平均値では両側ともに有意の差がみられないが、個々の

症例では術側は不変か減少するものが多く、減少した例では健側が代償しているものが多い。

以上のごとき結果は分時換気量、 CO_2 排泄量、 O_2 摂取率でも同様の傾向がみられた。しかもこのような運動負荷時の O_2 摂取量の変化と先の肺活量、MBC などの変化との間に相関は認められなかつた。すなわちこの程度の運動負荷によつて、われわれはスパイログラムあるいは安静時の O_2 摂取量測定などからでは得られない諸事実を知りえた訳である。

V 結 語

肺結核手術療法と左右別運動負荷を含む肺機能検査との関係について次のような結論を得た。

- 1) 手術後の肺活量は肋膜肺形成などの合併症が軽度の場合、正常予測値に対する実測値肺活量の百分率で表わすと、部分切除 80.1±5.5%，亜区域切除 74.4±4.8%，区域切除 70.1±7.1%，肺葉切除 61.5±8.2%，区切+胸成術 61.3±2.5%，葉切+胸成術 60.6±7.1%，胸成術 49.9±2.0% であつて術前後の変動は呼吸面積の減少と平行して変化する。この数字は、各手術前に肺活量の減少を予測するために役立つ。
- 2) 手術前後の深吸気量、予備呼気量の変動は必ずしも平行せず、深吸気量は胸成術による胸廓の変形あるいは運動制限により減少し、予備呼気量は切除面積にほぼ比例して減少し胸成術により著しい減少を示したが、呼吸基準位との関係は明らかにできなかつた。
- 3) 全肺気量の変動は肺活量の変動に必ずしも一致せず、各術式間に有意の差がなかつた。
- 4) 術後合併症が少ない肺切除群では残気率がやや減少し、Hyperinflation、肺気腫の傾向はみられなかつた。また左上葉切除のような大きな切除でも胸成術を加えることにより肺気腫傾向は認められなかつた。
- 5) 手術による MBC の変化は僅少であつた。
- 6) 安静時の O_2 摂取量、分時換気量は術前後に有意の差がなく、手術による影響は認められなかつた。
- 7) 運動負荷時の左右別検査で、肺切除群と切除+胸成術群では術側肺の O_2 摂取量の低下が健側により代償され全体として術前後の差はみられなかつたが、胸成術群では代償しえず負荷によつて高まつた O_2 需要量に応じきれない状態であることを示した。
- 8) 運動負荷による左右別肺機能検査は、肺活量検査だけでは現われないような換気機能の変化を知るうえで重要であり、手術適応決定上重要な因子である。

終りに御指導、御校閲を賜つた慶大外科赤倉一郎教授、終始御懇切に御指導、御鞭撻を頂いた北里研究所付属病院臨床生理部長兼慶大内科講師片桐鎮夫博士に深甚な謝意を表するとともに、北研病院院長宗武藤博士およ

び同外科部長畑中榮一博士ならびに同臨床生理研究室各位の御協力と御鞭撻に深謝する。

本研究の要旨は昭和34年4月第34回日本結核病学会総会において発表した。

文 献

- 1) Stepanyar, E.S. : Am. Rev. Tuberc. & Pulm. Dis., 79 : 142, 1959.
- 2) Curtis, J.K. et al. : J. Thorac. Surg., 37 : 598, 1959.
- 3) Van Der Drift, L. : Acta tuberc. scand., 27 : 18, 1952.
- 4) Van Der Drift, L. : Acta tuberc. scand., 27 : 263, 1952.
- 5) 梅田博道 : 日結, 15 : 827, 昭31.
- 6) 梅田博道・宇賀田静二 : 日結, 17 : 547, 昭33.
- 7) 木下巖 : 日胸外会誌, 8 : 303, 昭35.
- 8) Taylor, W.J. : Am. Rev. Tuberc., 72 : 453, 1955.
- 9) Gorlin, R. : J. Thorac. Surg., 34 : 242, 1957.
- 10) Smith, G.A. : Am. Rev. Tuberc., 69 : 869, 1954.
- 11) Landis, F.B. : J. Thorac. Surg., 27 : 336, 1954.
- 12) Kaltreider, N.L. : J. Thorac. Surg., 7 : 262, 1937.
- 13) Leiner, G.C. : Am. Rev. Tuberc., 53 : 195, 1946.
- 14) Miller, R.D. et al. : J. Thorac. Surg., 35 : 651, 1958.
- 15) 鈴木一郎 : 日胸外会誌, 3 : 394, 昭30.
- 16) Cournand, A. : Medicine, 27 : 243, 1948.
- 17) Cournand, A. : Am. Rev. Tuberc., 2 : 123, 1941.
- 18) Overholt, R.H. et al. : J. Thorac. Surg., 25 : 40, 1953.
- 19) Birath, G. et al. : J. Thorac. Surg., 16 : 492, 1947.
- 20) Birath, G. : Am. Rev. Tuberc., 76 : 983, 1957.
- 21) 加納保之・佐藤孝次 : 日結, 19 : 55, 昭35.
- 22) 段塚敏英 : 米子医学誌, 10 : 1813, 昭34.
- 23) Lategola, M.J. : J. Thorac. Surg., 37 : 606, 1959.
- 24) 山田剛之 : 結核研究の進歩, 11 : 271, 昭30.
- 25) Gaensler, E.A. : J. Lab. & Clin. Med., 41 : 436, 1952.
- 26) Gaensler, E.A. : J. Thorac. Surg., 20 : 774, 1950.
- 27) Gaensler, E.A. : J. Thorac. Surg., 22 : 1, 1951.
- 28) 牛尾暉夫 : 抗酸菌病研究誌, 9 : 131, 昭28.
- 29) 古賀良平 : 胸部外科, 7 : 85, 昭29.
- 30) 延島一 : 胸部外科, 8 : 143, 昭30.
- 31) 川村正郎 : 結核の臨床, 3 : 546, 昭30.
- 32) 大和田耕一 : 日胸外会誌, 4 : 976, 昭31.
- 33) Lindahl, J. : Thorax, 9 : 285, 1954.
- 34) Fleming, H.A. : Brit. M.J., 5017 : 485, 1957.
- 35) 川村正郎 : 医療, 9 : 659, 昭30.
- 36) 岩本義雄 : 日結, 16 : 195, 昭32.
- 37) 宮本忍・瀬在幸安 : 肺, 4 : 170, 昭32.
- 38) 鈴木勝 : 外科の領域, 7 : 1728, 昭34.
- 39) Miller, W.F. : J. Appl. Physiol., 14 : 510, 1959.
- 40) Gaensler, E.A. : Am. Rev. Tuberc., 62 : 17, 1950.
- 41) 岡安大仁 : 日大医学誌, 16 : 1429, 昭32.
- 42) 片桐鎮夫・沢井武 : 呼吸と循環, 5 : 437, 昭32.
- 43) Comroe, J.H. : Am. J. Med., 10 : 356, 1951.
- 44) Jacob, W. : Beit. Klin. Tub., 113 : 146, 1955.
- 45) 笹本浩・横山哲朗 : スパイログラムの臨床, 109, 医学書院, 昭34.
- 46) 篠崎幸三郎 : 千葉医学会誌, 34 : 1463, 昭34.
- 47) Blair, E. & Hickam, J.B. : Am. Rev. Tuberc., 78 : 1, 1958.