

肺切除術後早期における肺機能および運動耐容能の検討

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/3685

《原 著》

肺切除術後早期における肺機能および運動耐容能の検討

染矢富士子*¹ 立野 勝彦*¹ 八幡徹太郎*²
山口 朋子*² 池永康規*²

Early Influence of Lung Resection on Pulmonary Function and Exercise Capacity

Fujiko SOMEYA,*¹ Katsuhiko TACHINO,*¹ Tetsutarou YAHATA,*²
Tomoko YAMAGUCHI,*² Yasunori IKENAGA*²

Abstract: The major purpose of this investigation was to assess the early effects of lung resection on pulmonary function and the anaerobic threshold (AT) by means of a cycle ergometer exercise test. Eighty-eight patients (mean age: 61 years) who underwent lung resection without severe cardiopulmonary or other complications were evaluated pre- and postoperatively. We assessed the patients postoperatively after a mean period of 17 days, when they had recovered sufficiently to be able to walk on a level floor at an ordinary pace without dyspnea (Grade 2 by Hugh-Jones). After resection, vital capacity was significantly reduced, but minute ventilation was not reduced indicating ventilative compensation by ventilation rate for loss of tidal volume. However, oxygen consumption ($\dot{V}O_2$) and exercise load at the AT were reduced even though heart rate (HR) did not change after resection. On the other hand, postoperative $\dot{V}O_2$ at rest was the same as before resection despite of an increase in HR. Thus, the early effect of lung resection on pulmonary function was compensated for by activated ventilation, however, it appears that postoperative reduction in exercise load at the AT might be mainly due to deteriorations of ventilation equivalent and cardiac output. (*Jpn J Rehabil Med* 1999; 36: 533-536)

要 旨: 肺切除術を受け合併症のなかった 88 名について術後早期の肺機能と運動耐容能を検討した。術後の評価は、平地歩行が普通にできる Hugh-Jones の Grade 2 になった時点とし、術後平均日数は 17 日であった。術後の肺機能は、肺活量は減少したが分時換気量が維持され、1 回換気量の減少に対して呼吸数の増加による代償が認められることが示された。しかし、運動耐容能については、嫌氣的代謝閾値での心拍数は術前後で差がなく、術後の酸素消費量と運動負荷量が低下した。この運動耐容能の低下は、文献的考察も加えたところ、換気当量および心拍出量の低下の影響が大きいと考えられた。(リハ医学 1999; 36: 533-536)

Key words: 肺切除術 (lung resection), 肺機能 (pulmonary function), 運動耐容能 (exercise capacity), 嫌氣的代謝閾値 (anaerobic threshold)

はじめに

肺切除術後の肺機能と運動耐容能の変化についての研究は数多くされているが、術後数か月以上の長期経

過例の報告が多く¹⁻³⁾、術後早期についてはほとんど検討されていない。現時点では、術後の運動耐容能の低下は一時的なものであり、肺切除術による永久的な肺活量の低下とは必ずしも運動しないことが知られて

1998 年 11 月 9 日受付, 1999 年 7 月 5 日受理

*¹ 金沢大学医学部保健学科/〒 920-0942 金沢市小立野 5-11-80

School of Health Science, Faculty of Medicine, Kanazawa University

*² 金沢大学医学部附属病院理学療法部/〒 920-8641 金沢市宝町 13-1

Division of Rehabilitation Medicine, Kanazawa University Hospital

いる。しかも、最大酸素消費量を運動耐容能の指標としてみると、その回復は術後約6か月で認められると報告されている¹⁾。

しかし、肺切除術を予定されている患者のリハビリテーションは、術前受診から既に始まっており、術後の呼吸理学療法を施行するにあたり、術後早期の肺機能と運動耐容能についても把握しておくことは重要であると思われる。実際、当院では術後ベッドサイドでの基本動作訓練を施行し、ドレーンが抜去されるとエルゴメーターによる運動療法を始める^{4,5)}ため、その負荷量の設定にあたって運動耐容能の評価は不可欠となる。今回、肺切除術後、排痰に問題なく運動負荷の加えられるようになった時期を術後早期とし、肺機能と運動耐容能について検討したので報告する。

対象と方法

対象は平成8～9年の2年間に当院で肺切除術を受け、術前後、特に合併症のなかった88名(男性62名、女性26名)である。年齢は25～80歳で平均61歳であった。術式は部分切除術(P群)7名、分節切除術(S群)14名、1葉切除術(L群)60名、2葉切除術(2L群)7名であった。診断名は原発性肺癌72名、転移性肺癌3名、結核3名、良性腫瘍10名であった。

肺機能と運動耐容能の評価は、手術の数日前と術後早期の2回施行した。術後は、翌日より肺理学療法と運動療法を施行し^{4,5)}、評価は通常の平地歩行が可能なHugh-Jones⁶⁾のGrade2になった時点に行った。評価に影響する術後の疼痛などは認めなかった。なお、評価に際しその目的と施行内容を患者に十分に説明し、同意を得てから行った。評価方法は、まずスパ

イロメーター(フクダ産業製、CSA-800)を用い、肺活量と1秒率を測定した。次に、コンビ製エルゴメーター232CXLおよびミナト医科学社製呼吸ガス分析システム(AE-280S)を使用し、安静時とランブ負荷(15W/分)での嫌氣的代謝閾値(anaerobic threshold, 以下AT)における酸素消費量、心拍数、1回換気量、分時換気量、呼吸数を測定した。また、100mlの酸素消費に必要な呼吸量である換気当量を測定値から算出した。計算式は次に示す。

換気当量(l)

$$= \text{分時換気量}(l) / \text{酸素消費量}(ml) \times 100$$

なお、ATはV slope法⁷⁾にて決定した。

得られた値は平均値±標準誤差で示し、術前後における平均値の比較には対応のある t 検定を行った。また、術式による群間の差の比較には一元配置分散分析をしたうえでBonferroni/Dunn検定を行った。危険率5%未満をもって統計的に有意とした。

結 果

対象を合併症のないものに限定したため、術前の肺活量は平均2.99 l で、予測値⁸⁾の95.9%とほとんど低下はみられなかった(表1)。また、1秒率にも低下は認めなかった。肺切除術により肺活量と1回換気量は有意に減少した。また、呼吸数についても、安静時、AT時のいずれにおいても術後で増加していた。そのため、分時換気量は術後安静時にはむしろ増加し、AT時では術前後での差がみられなかった。ところが、術後の酸素消費量は、安静時には変化がなかったが、ATには有意に低い値で達し、その時の運動負荷量も低下していた。換気当量は、安静時、AT時のいずれでも術後有意に大きくなった。心拍数はAT

表1 肺切除術前後での肺機能と運動耐容能の比較

	術前		p	術後		p
	安静時			AT		
肺活量(l)	2.99±0.88	2.08±0.06	<0.05			
1秒率(%)	77.2±1.0	78.9±1.2	NS			
1回換気量(ml)	585±15	551±11	<0.05	1,030±28	872±23	<0.05
呼吸数(回/min)	17.4±0.4	19.8±0.5	<0.05	22.5±0.5	26.2±0.6	<0.05
分時換気量(l /min)	10.01±0.28	10.69±0.24	<0.05	22.76±0.67	22.45±0.66	NS
換気当量(l)	4.34±0.09	4.66±0.09	<0.05	3.07±0.06	3.58±0.08	<0.05
酸素消費量(ml/min/kg)	3.9±0.1	4.0±0.1	NS	12.5±0.3	10.8±0.3	<0.05
心拍数(回/min)	78±1	83±1	<0.05	104±2	103±2	NS
運動負荷量(W)	—	—		52.2±1.8	43.6±1.7	<0.05

数値は平均値±標準誤差($n=88$)を示し、統計処理には対応のある t 検定を用いた。NSはnot significantを示す。

時では術前後で差がなかったが、安静時心拍数は術後で有意に高かった。

肺切除術の術式による違いについては、術後

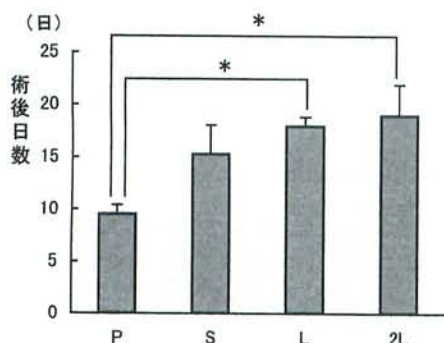


図1 術式と術後評価までの日数

Pは部分切除術 ($n=7$), Sは分節切除術 ($n=14$), Lは1葉切除術 ($n=60$), 2Lは2葉切除術 ($n=7$)を意味する。数値は平均値+標準誤差で示し、統計処理には分散分析後 Bonferroni/Dunn 検定を用いた。*は $p<0.05$ を示す。

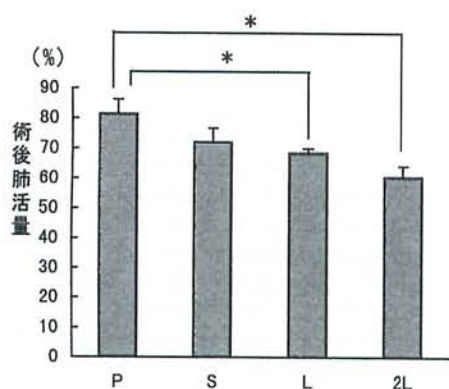


図2 術式と術後肺活量

術前肺活量を100%として術後肺活量を表示した。略語は図1に同じである。数値は平均値+標準誤差で示し、統計処理には分散分析後 Bonferroni/Dunn 検定を用いた。*は $p<0.05$ を示す。

Hugh-Jones の Grade 2 に回復するまでの期間、つまり2回目の評価までの期間は、Lおよび2L群ではP群よりも長かった(図1)。同様に術後の肺活量もLおよび2L群での減少が著明であった(図2)。ところが、ATにおける酸素消費量と運動負荷量は、術前、術後それぞれにおいて術式による差が認められなかった(表2)。

考 察

今回、酸素消費量は、安静時に術前後で一定であったことより、エルゴメーター上での静止座位でのエネルギー消費がほぼ同量であったといえる。この一定の酸素消費量に対して、術後の分時換気量は増加しており、換気当量も有意に増大していた。一般的に、定量の酸素を消費するのに多量の換気が必要とする、いわゆる換気効率の低下は、肺線維症などによる肺胞での拡散障害が考えられている。しかし、肺切除術後の長期経過例でも肺拡散能の低下が確認されており^{1,3)}、今回の換気当量の増大から、術後の肺拡散能の低下が早期からすでに存在していることが考えられた。また、術後安静時の分時換気量を充足するため、1回換気量の減少を呼吸数の増加で代償していると考えられた。

安静時心拍数については、術後に増加していた。この理由として、肺切除術により心拍出量や1回拍出量が低下する^{2,3,9)}ことがあげられる。この心拍出量の低下は、肺血管床の減少により肺動脈圧が上昇するために認められ^{2,9)}、今回の安静時には、心拍数を増加させることにより心拍出量を維持したと思われた。

AT時の肺機能については、術後の分時換気量が維持されているにもかかわらず、酸素消費量は低下し、換気当量の増大は運動負荷時にも認められた。分時換気量は、安静時と同様、1回換気量の低下を呼吸数の

表2 術式の違いによるAT時の酸素消費量と運動負荷量

群	P	S	L	2L	p
症例数	7	14	60	7	
酸素消費量 (ml/min/kg)					
術前	12.6±0.5	11.9±0.9	12.3±0.4	13.8±1.2	NS
術後	11.6±2.4	10.3±2.9	10.8±2.4	10.3±4.0	NS
運動負荷量 (W)					
術前	48.7±2.6	55.4±4.4	52.0±2.4	57.7±4.0	NS
術後	42.6±2.9	44.6±8.6	43.8±2.1	43.4±4.5	NS

数値は平均値±標準誤差を示す。統計処理として術前、術後それぞれにおいて一元分散分析を用いたところ、術式の違いによる有意差は認められなかった。NSは not significant を示す。

増加で代償して維持されていると考えられた。しかし、分時換気量を維持するだけでは、術後の肺の換気障害による酸素消費量の減少を代償できないことがわかった。

また、AT時の心機能については、心拍数は術前後で変化がなく、術後の酸素消費量や運動負荷量は低下していた。これまでの研究で、肺切除術後に運動負荷をした時でも、動静脈酸素較差は術前と差がないが²⁾、心拍出力は低下する³⁾ことが知られている。このことから、術後のAT時の心拍数では、1回拍出力の低下による心拍出力の低下をきたし、さらには酸素消費量が低下する一因となったと考えられた。また、肺切除術後の運動耐容能の低下の原因として、下肢筋の疲労よりも息切れが問題となることが多いと報告されている³⁾。このことから、酸素摂取において、前述したような心肺機能の術後の変化が、運動耐容能に大きく影響しているものと考えられた。

ところで、術後のATでの酸素消費量、運動負荷量は、評価の条件をHugh-JonesのGrade 2に到達した時点としているため、肺切除術の術式による差を認めなかった。しかし、術後評価までの期間は術式により異なっており、切除範囲が大きいほど、一定の運動耐容能を得るまでの回復には時間がかかっていた。以上より、術後評価に至るまでの期間、切除範囲の違いにより、肺機能と運動耐容能がそれぞれ程度の異なる変化をしていることは十分考えられた。しかし、経過中の機能評価が困難であり、各要因が影響する程度についてはさらに検討を要すると思われる。

運動療法については、これまでの研究で、運動耐容能の低下に対する運動療法として、最大酸素消費量または最大心拍数の50~70%が適当であると報告されている^{10,11)}。しかもこの負荷量はほぼATに相当する¹²⁾。疾患により最大心拍数やATが求めにくい場合、予測式にて目標心拍数を算出することがあるが、このような予測値では過負荷となる危険性が報告されている¹³⁾。この点、本研究のATでの心拍数は実測値であるため、この心拍数は運動療法の目安として有効ではないかと考えられた。しかし、このような心拍数の利用は、今回のような術後評価が可能となった時点以降では安全と思われるが、そこに至るまでの早期の運動療法については、さらに検討する必要がある。特に、運動負荷量について、これまで本人の息切れなどの自覚症状に頼って決めたこともあったため、今後

科学的な運動療法を導入できるよう、より効果的なリハビリテーションを考慮すべきである。

文 献

- 1) Bolliger CT, Jordan P, Soler M, Stulz P, Tamm M, Wyser Ch, Gonon M, Perruchoud AP: Pulmonary function and exercise capacity after lung resection. *Eur Respir J* 1996; **9**: 415-421
- 2) Mlczoch J, Zutter W, Keller R, Herzog H: Influence of lung resection on pulmonary circulation and lung function at rest and on exercise. *Respiration* 1975; **32**: 424-435
- 3) Mossberg B, Bjork VO, Holmgren A: Working capacity and cardiopulmonary function after extensive lung resection. *Scand J Thor Cardiovasc Surg* 1976; **10**: 247-256
- 4) 岸谷 都, 立野勝彦: 胸部手術と呼吸器リハビリテーション. 肺手術とリハビリテーション. *臨床リハ* 1995; **4**: 128-133
- 5) 菊地尚久, 立野勝彦, 岸谷 都, 前田真一, 影近謙治, 八幡徹太郎, 染矢富士子: 肺癌患者に対する肺切除術がanaerobic thresholdと呼吸機能に及ぼす影響. *臨床リハ* 1996; **5**: 316-321
- 6) Hugh-Jones P: A simple standard exercise test and its use for measuring exertion dyspnoea. *Br Med J* 1952; **1**: 65-71
- 7) Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ: A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* 1986; **60**: 2020-2027
- 8) Baldwin ED, Cournand A, Richards DW, Jr: Pulmonary insufficiency I. Physiological classification, clinical methods of analysis, standard values in normal subjects. *Medicine* 1948; **27**: 243-278
- 9) Hsia CCW, Carlin JI, Cassidy SS, Ramanathan M, Johnson RL, Jr: Hemodynamic changes after pneumonectomy in the exercising foxhound. *J Appl Physiol* 1990; **69**: 51-57
- 10) American College of Sports Medicine: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1990; **22**: 265-274
- 11) Hagberg JM, Graves JE, Limacher M, Woods DR, Leggett SH, Cononie C, Gruber JJ, Pollock ML: Cardiovascular responses of 70- to 79-yr-old men and women to exercise training. *J Appl Physiol* 1989; **66**: 2589-2594
- 12) Keyser RE, DeLaFuente K, McGee J: Arm and leg cycle cross-training effect on anaerobic threshold and heart rate in patients with coronary heart disease. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; **74**: 276-280
- 13) 蝶名林直彦, 青島正大, 土屋昌史, 江島正顕: 内科疾患と運動療法—慢性呼吸器疾患. *総合リハ* 1997; **25**: 123-129