

報告

肺癌手術前後における最高酸素摂取量の変化 - 4症例の検討 -

野村 卓生¹⁾, 山崎 裕司²⁾, 野並 芳樹³⁾, 榎 勇人¹⁾, 岡崎 里南¹⁾,
森本 隆浩¹⁾, 石田 健司¹⁾, 谷 俊一¹⁾

Change of oxygen uptake after the postoperative in lung cancer patients
- A report of 4 cases -

Takuo Nomura, PT, MA¹⁾, Hiroshi Yamasaki, PT, PhD²⁾, Yoshiki Nonami, MD, PhD³⁾,
Hayato Enoki, PT¹⁾, Rina Okazaki, PT¹⁾, Takahiro Morimoto, OT¹⁾,
Kenji Ishida, MD, PhD¹⁾, Toshikazu Tani, MD, PhD¹⁾

要 旨

高齢肺癌手術患者について、術前後の最高酸素摂取量の実態を調査した。対象は原発性肺癌患者4名（平均67歳）である。これらの患者に対し、術前および術後に心肺運動負荷試験を実施した。そして、術後平均30カ月に身体活動能力指数（Specific activity scale）を用い退院後の身体活動状況を調査した。peak $\dot{V}O_2$ は術前平均21.3から術後平均14.6ml / kg / min と全症例において術後低下しており、2症例においては12ml / kg / minを下回っていた。退院後のSpecific activity scaleは、class が2症例、class が2症例であり、class に分類された症例は、peak $\dot{V}O_2$ が術後12ml / kg / minを下回っていた。高齢肺癌術後患者の退院時最高酸素摂取量は日常生活自立の上でも不十分なレベルにあり、最高酸素摂取量が低値の症例では、退院後長期間を経過した後も運動耐容能は改善していなかった。以上のことから、退院時運動耐容能の低い患者では、退院後も有酸素作業能力の維持改善を目的とした、運動療法継続の必要性が示唆された。

キーワード：高齢肺癌患者、肺癌術後、最高酸素摂取量、運動耐容能、心肺運動負荷試験

1) 高知大学医学部附属病院リハビリテーション部

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Kochi Medical School

2) 高知リハビリテーション学院理学療法学科

Department of Physical Therapy, Kochi Rehabilitation Institute

3) 高知大学医学部呼吸・循環・再生外科学

Department of Thoracic & Cardiovascular Surgery and Regeneration Technology, Kochi Medical School

はじめに

日常生活の自立のためには最低限の有酸素作業能力が必要であり，有酸素作業能力が一定量以下に低下した場合，同一労作における息切れを増悪させ，日常生活活動範囲が制限されやすくなる¹⁾．労作中の息切れ感の増悪は，さらに運動を回避する傾向を強め，廃用症候群の悪循環を形成し，患者のADLやQOLを制限することが知られている．肺癌術後患者には，肺切除による換気予備能の低下，術後の廃用性変化，手術侵襲による循環血液量の低下などが生じ，これによって有酸素作業能力の低下を生じる．近年，肺癌手術は高齢者にまでその適応範囲を拡大しており，病前の運動耐容能が低い高齢者の場合，有酸素作業能力の低下が日常生活活動の制限要因になりうるものと推測される．

一方，入院期間の短縮が進められている現在，入院中の理学療法は術後の肺合併症の予防と早期離床に重点がおかれ，回復期における持続的トレーニングの必要性については十分な検討がなされていない．そこで今回，回復期における持続的トレーニングの必要性を検討する基礎的データを得るため，理学療法士（PT）が術前後で介入した高齢肺癌手術患者4例について，術前後の最高酸素摂取量の実態を調査した．

対象と方法

対象は，当院にて肺切除術が施行された原発性肺癌患者4名である（表1）．術前は，いずれの患者も屋外歩行が可能でADLは自立していた．症例Bにおいて喘息，症例Dにおいて重度の肺気腫を合併していたが，運動器疾患の合併はなかった．

表1 対象者内訳

症例	性別	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	手術方法
A	男	72	163	63	左中下肺葉切除
B	男	68	158	52	右下肺葉部分切除
C	女	58	149	48	左下肺葉部分切除
D	男	73	160	40	右下肺葉部分切除

これらの患者に対し，術前および術後に心肺運動負荷試験を実施した（図1）．心肺運動負荷試験には自転車エルゴメーター（232C ミナト医科学社製），呼気ガス分析装置（AE-280S ミナト医科学社製）を用い，50rpmにて3分間のウォーミングアップの後，1分間に10W ずつ負荷を漸増させる ramp 負荷にて実施した．運動負荷試験は症候限界性で実施し，患者の下肢疲労，息切れによって終了した．なお，今回の運動負荷試験中，不良な心血管反応の出現によって運動負荷試験を終了した症例はなかった．得られたパラメーターのうち 最高酸素摂取量 (peak $\dot{V}O_2$)，最高心拍数 (peak HR)，最高ガス交換比 (peak RER)，最高呼吸数 (peak RR) を検討項目として採用した．また同時期に施行された安静時呼吸機能検査から，一秒量，肺活量 (VC) を検討項目として採用した．

ついで，退院後の身体活動状況を調査するため，身体活動能力指数 (Specific activity scale^{2,3)})を用い，外来受診時に理学療法士が直接聴取した．Specific activity scale は，臨床症状から運動耐容能を推測する評価法であり，class は7 METs 以上，class は5 METs 以上～7 METs 未満，class は2 METs 以上5 METs 未満，class は2 METs 未満に相当する．



図1 心肺運動負荷試験場面

術後の肺機能検査，心肺運動負荷試験は術後平均19日（16～28日）で，Specific activity scaleは術後平均30ヶ月（28～33ヶ月）の時点で評価された。

以上の方法によって得られたデータから peak $\dot{V}O_2$ の実態とその規定要因，退院後の運動耐容能について検討を加えた。

術前の理学療法としては，患者に排痰方法や早期離床の重要性を明示した教育パンフレットを提示すると共に，口すぼめ呼吸，排痰法を実際に指導した。術後は，患者が帰室後，PTが病室にて呼吸法，排痰法の実施を確認した。術後平均14.5日（12～17日）の時点からは，積極的な運動療法と日常生活指導を運動療法室にて退院まで実施した。

結果

1. 術前後での肺機能の変化（表2）

症例A，B，Cについては術後，VCおよび一秒量の減少を認めたが，症例DではVCおよび一秒量の増加を認めた。

2. 術前後における心肺運動負荷試験結果（表2）

peak $\dot{V}O_2$ は，全症例において術後低下しており，症例A，Dの peak $\dot{V}O_2$ は12ml / kg / minを下回っていた。

Peak HR，peak RERを見た場合，症例Aでは術後低下傾向にあったが，その他の症例では，大きな変化は無かった。peak RRは症例D以外，術後低下していた。

3. Specific activity scaleの結果（表3）

症状出現最小METsは，症例A：2～3，B：5～6，C：5～6，D：3～4METsであり，classは症例AおよびDはⅠ，症例BおよびCはⅡに分類された。

考察

肺癌手術前後において心肺運動負荷試験を実施し，肺癌術後患者の有酸素作業能力の実態とそれに影響を及ぼす要因について検討した。

術前 peak $\dot{V}O_2$ は，肺気腫を合併していた症例Dを除き，一般健常高齢者の平均値に近似していた⁴⁾。術

表2 術前後における呼吸機能と心肺運動負荷試験の結果

		症例A	症例B	症例C	症例D	
呼吸機能検査	VC (L)	術前 術後	3.04 1.34	2.96 2.46	2.43 1.71	1.97 2.22
	%VC (%)	術前 術後	95.7 42.1	93.6 77.9	102.2 72.0	64.2 71.3
	一秒量 (L)	術前 術後	1.70 1.01	0.98 0.94	1.85 1.33	0.67 1.08
	一秒率 (%)	術前 術後	58.6 75.9	43.9 35.3	83.0 85.3	46.5 51.4
心肺運動負荷試験	peak $\dot{V}O_2$ (ml / kg / min)	術前 術後	19.9 9.0	26.5 23.9	23.9 14.4	15.1 11.0
	peak HR (b / min)	術前 術後	121 85	153 149	131 123	135 131
	peak RER	術前 術後	1.13 1.05	1.41 1.33	1.11 1.04	1.13 1.32
	peak RR (rate / min)	術前 術後	31 28	35 28	50 29	29 31

表3 Specific activity scaleの結果

	術後経過 日数(月)	class	症状出現 最小METs
症例A	33		2～3
症例B	31		5～6
症例C	30		5～6
症例D	28		3～4

後の peak $\dot{V}O_2$ は，症例Aから順に，それぞれ術前の45.2%，90.1%，60.2%，72.8%であり，症例Bを除き，肺手術を契機として顕著な運動耐容能の低下が生じていた。日常生活活動の自立に必要な最低限の酸素摂取量は12～14ml / kg / minといわれており⁵⁾，また最近の研究では，peak $\dot{V}O_2$ が21ml / kg / minを下回った場合，日常生活活動範囲が制限されはじめることが報告されている⁶⁾。今回，症例A，Dでは術後の peak $\dot{V}O_2$ は12ml / kg / min以下であり，症例Cについても低値であった。以上のことは，高齢肺癌術後患者の退院時酸素作業能力が日常生活自立の上でも不十分なレベルにあることを示しており，運動の limiting factor として peak $\dot{V}O_2$ の低下に留意すべきと考えられた。

退院時 peak $\dot{V}O_2$ が，術後約30ヶ月の運動耐容能に与える影響を見た場合，退院時 peak $\dot{V}O_2$ が低値であった症例A，Dの class はⅠ，症例B，Cの class はⅡであり，退院時運動耐容能が低値であった症例で運

動耐容能は低く制限されていた。症例A, Dは「自分で布団を敷く」、「健康な人と同じ速度で平地を100~200m 歩く」などの項目でもつらいと答えており、両者が日常生活において容易に息切れや疲労感を生じていることが明らかであった。息切れなどの症状の出現は、運動回避を招き、廃用症候群の悪循環を形成することが知られている。したがって、運動耐容能の低い患者では、特にその後の運動耐容能の回復に善処する必要があるものと考えられた。

peak $\dot{V}O_2$ 低下の原因については、術後呼吸機能低下や手術侵襲、術後廃用症候群などが考えられる。この他、術後疼痛や創部に対する不安から努力不足で負荷試験を終了することなどもありえるであろう。術後呼吸機能については、3症例で低下が認められ、運動負荷試験中の呼吸数は術前値を下回っていた。術後肺切除によって一秒量が低下すれば呼吸数の増加によって代償されることが考えられたが、3症例は換気予備能を余らせた状態で負荷試験を終了していた。また症例Dでは呼吸機能が改善しているにもかかわらず、peak $\dot{V}O_2$ は低下していた。以上のことから、呼吸機能低下が運動の limiting factor となった可能性は低いものと考えられた。但し、今回の4例は1例を除きいずれも肺部分切除であり、全摘除術など重度の拘束性換気障害を有する症例については、換気予備能の低下が運動の limiting factor となる可能性は残されている。よって、この点については今後の検討が必要であろう。手術侵襲についてみた場合、4症例中3例は侵襲の小さい肺の部分摘出術であった。それにもかかわらず、3例中2例にはpeak $\dot{V}O_2$ の顕著な低下を認めた。このことから、手術侵襲の小さい症例においても酸素摂取量の低下には留意する必要があると考えられた。運動負荷不足については、症例Aにおいて、術後の負荷試験のpeak RERが1.10を下回り、さらにpeak HRも顕著に低下していた。したがって、負荷不足によるpeak HRの低下がpeak $\dot{V}O_2$ の低下を増幅している可能性は否定できない。しかし、その他の症例ではpeak HRに大きな変化は無く、術後peak $\dot{V}O_2$ が低下した背景はpeak HR以外、すなわち心拍出量や動静脈酸素較差の低

下に起因したことが予測される。臥床によって動静脈酸素較差の低下がないとすれば^{2,3)}、1回拍出量の低下がpeak $\dot{V}O_2$ 低下の要素であり、したがって廃用症候群や手術侵襲に伴う循環血液量の低下がpeak $\dot{V}O_2$ 低下の原因として有力なものと推察された。後者について介入することはできないが、廃用性変化は早期離床と運動療法によって予防・改善できる要素であり、この点から肺癌術後患者についても、術後運動耐容能の回復が十分でない患者については退院後運動療法の継続が必要なものと考えられた。

最後に、本研究は症例数が4例であり、また肺部分切除例が多かった。このため肺葉切除、全摘除術患者においても同様の結果が得られるか否かは明らかではない。よって、多数例による今後の調査継続が必要である。

文献

- 1) Morey MC, Pieper CF, et al: Is there a threshold between peak oxygen uptake and self-reported physical functioning in older adults? *Med Sci Sports Exerc* 30 : 1223-1229, 1998
- 2) Saltin B, Blomqvist G, et al: Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation* 38 (suppl 5) : 1-78, 1968
- 3) Convertino V, Hung J, et al: Cardiovascular responses to exercise in middle-aged man after 10 days of bedrest. *Circulation* 65 : 134-140, 1982
- 4) 谷口興一, 吉田敬義 共訳: 運動負荷テストとその評価方法, 南江堂, 1989, pp97-101
- 5) Shephard RJ: Exercise and aging: extending independence in older adults. *Geriatrics* 48, 61-64, 1993
- 6) Cress ME, Meyer M: Maximal voluntary and functional performance levels needed for independence in adults aged 65 to 97 years, *Phys Ther* 83 : 37-48, 2003