

【研究論文】

胸部外科手術後の Peak cough flow と Maximum phonation time の関係

大曲 正樹^{1) 2)}, 有菌 信一¹⁾, 俵 祐一¹⁾, 柳田 頼英²⁾, 町口 輝²⁾,
高塚 俊行³⁾, 丹羽 宏⁴⁾, 棚橋 雅幸⁴⁾, 片桐 伯真⁵⁾, 大城 昌平¹⁾

1) 聖隷クリストファー大学大学院 リハビリテーション科学研究科

2) 聖隷三方原病院リハビリテーション部

3) 静岡市立静岡病院リハビリテーション科

4) 聖隷三方原病院呼吸器センター外科

5) 聖隷三方原病院リハビリテーション科

E-mail: 15dr01@g.seirei.ac.jp

Peak cough flow and maximum phonation time after thoracic surgery

Masaki Oomagari^{1) 2)}, Shinichi Arizono¹⁾, Yuichi Tawara¹⁾, Yorihide Yanagita²⁾,
Hikaru Machiguchi²⁾, Toshiyuki Takatsuka³⁾, Hiroshi Niwa⁴⁾, Masayuki Tanahashi⁴⁾,
Norimasa Katagiri²⁾, and Shohei Ohgi¹⁾

1) Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Seirei Christopher University

2) Department of Rehabilitation Medicine, Seirei Mikatahara General Hospital

3) Shizuoka City Shizuoka Hospital

4) Division of Thoracic Surgery, Respiratory Disease Center, Seirei Mikatahara General Hospital

要旨

手術後の肺活量 (VC) が咳嗽力 (PCF) に影響を及ぼすことは明らかだが, 最大発声持続時間 (MPT) で評価される声門閉鎖機能低下が PCF に及ぼす影響は明らかとなっていない. 本研究では呼吸器外科手術後の患者 28 例において MPT と PCF の関係を明らかにすることを目的とし, 手術後 1 日目～5 日目に PCF, MPT, VC を測定した. 手術後 5 日目まで PCF および MPT は, 手術前と比較し有意に低下した ($p < 0.05$). また PCF と MPT の回復率には手術後 1 日目のみに相関関係を認めた ($r = 0.53$, $p < 0.05$). PCF と VC の回復率は手術後 1 日目～5 日目まで相関を認めた ($r = 0.41-0.27$, $p < 0.05$). 手術後の声門閉鎖機能低下が咳嗽力に及ぼす影響は, 人工呼吸器離脱後 1 日目までで, その後は VC の影響を強く受けると考えられた.

キーワード: 咳嗽時最大呼気流速, 最大発声持続時間, 肺活量

Keywords: peak cough flow, maximum phonation time, vital capacity

I. 背景

胸部外科手術後の呼吸リハビリテーションにおいて最も重要な目的は、手術後の無気肺や肺炎等の呼吸器合併症を予防することである。呼吸器合併症は、胸部外科手術後の呼吸筋力、肺機能および咳嗽力低下の影響をうけると考えられる。咳嗽の強さは気道分泌物の咯出に重要な要素であり (Fuller and Jackson 1990; Fink 2007), 肺炎を発症した患者は入院期間が長く治療費も高額となり死亡率が高い (Safdar et al. 2005)。呼吸器合併症を予防するために、手術前からの呼吸練習、排痰練習等を実施し、手術後は早期離床とともに痰の咯出不全を防ぐことが重要となる (Yanez-Brage et al. 2009)。特に、呼吸器合併症の予防には気道クリアランスのための咳嗽が重要である (Hasani et al. 1994)。

咳嗽の有効性は、咳嗽時最大呼気流速 (peak cough flow: PCF) によって評価される (Finder et al. 2004)。先行研究では、開腹手術後1日目の PCF は手術前より約 46.4% 低下したと報告された。術後の PCF 低下は肺活量 (vital capacity; VC) の低下に加え、創部痛の影響が考えられる (Masuda et al. 2008)。先行研究では呼吸器外科手術後、開腹手術後における報告は散見されるが、現在主流の胸腔鏡補助下による低侵襲な呼吸器外科手術後における PCF の報告は見当たらない。また周術期における疼痛コントロールは合併症の発生を抑える効果 (Savoia et al. 2010) があり、Numeric Rating Scale (NRS) を用いて評価されることが多い。また PCF が低下すると、気道クリアランスが困難となり肺炎の原因となる (Bach and Ishikawa 1997)。

咳嗽の圧縮相に声門は閉鎖し、呼気相に開放する。そのため声門閉鎖機能は、咳嗽にお

いて重要な因子である。声門閉鎖機能は最大発声持続時間 (maximum phonation time; MPT) によって評価される (Hirano et al. 1968)。MPT は非侵襲的で簡便に測定可能であり、MPT の測定方法および信頼性については先行研究にて検討されている (Speyer et al. 2010)。先行研究から MPT は発声時における声門閉鎖機能の低下を示すことが明らかとなっている。また健常成人を対象とした研究 (Solomon et al. 2000) では MPT と VC との間に相関関係は認めなかった。

周術期における先行研究において VC は手術後に低下 (Ali et al. 1974) し、手術後 VC は PCF に影響を及ぼす (Masuda et al. 2008) と報告されている。そのため PCF、および VC は、気道のクリアランスに影響を及ぼす。しかし PCF に影響を及ぼすと考えられる MPT との関係は検討されていない。これまで手術後 PCF の低下は VC 低下、挿管に伴う声門閉鎖機能低下、創部痛によると考えられていたが、声門閉鎖機能の評価は侵襲的であり、呼吸器外科手術後に評価はなされなかった。MPT にて咳嗽時の声門閉鎖機能の評価が可能であれば、非侵襲的かつ簡便である。また MPT は手術後どの程度低下し、PCF に影響しているのか評価できれば、周術期における新たな評価指標となりうる。呼吸器外科手術後の咯痰能力を咳嗽評価である PCF だけでなく、声門閉鎖機能評価である MPT、深呼吸ができていないかを評価する VC を含めて評価し、呼吸理学療法としてアプローチする必要がある。本研究の目的は手術前、手術後1日目～5日目に PCF、MPT、VC を測定し、MPT と PCF・VC の関係を明らかにすることである。また手術後疼痛の変化についても NRS にて評価し検討する。

II. 方法

1) 研究デザイン

聖隷三方原病院呼吸器外科単一施設における前向き観察研究である。

2) 対象

対象は2016年7月から2017年3月までに聖隷三方原病院呼吸器外科にて開胸術が施行される予定の患者のうち手術前に同意を得た32例を対象とした。対象の取り込み基準は肺癌による肺葉切除術・区域切除術、縦隔腫瘍等により呼吸器外科手術が予定され、手術前に呼吸リハビリを実施した20歳以上の者であり、指示に協力可能な認知機能を有する者とした。

除外基準は手術前の評価実施が困難な者、手術後の疼痛・疲労の訴えが強い者、認知機能が低下し指示に従えない者、反回神経麻痺、横隔神経麻痺、重度の肺癆、急性呼吸不全、急性心不全および急性心筋梗塞、手術後24時間以内の死亡例は除外した。

なお、本研究は当院の倫理委員会にて審査、承認された(承認番号16-14)。また対象者には本研究内容、目的、方法、研究参加に伴う利益・不利益等について十分に口頭、紙面を用いて説明し同意を得て行った。

3) 評価方法

診療記録より年齢、BMI、既往歴、術式、手術時間、出血量、離床状況、入院期間を調査した。手術前に肺機能検査、MPT測定、6分間歩行検査を行った。また呼吸理学療法実施後、手術後1日目～5日目に肺機能検査、MPT測定、PCF測定を行った(Fig.2)。各評価、呼吸理学療法は同一の理学療法士が実施した。また安静時・咳嗽時の疼痛をNRSを用いて評価した。肺機能検査は、呼吸機能検査ガイドライン(日本呼吸器学会肺生理専門委員会編、2006)に

Table 1. 対象

Characteristic	Value
年齢 (years)	61.6 ± 14.2
身長 (cm)	161.4 ± 9.3
Body mass index (kg/m ²)	22.0 ± 3.0
VC (L)	3.29 ± 0.7
%VC (%)	111.1 ± 19.9
FEV _{1.0} (L)	2.33 ± 0.7
FEV _{1.0%} (%)	74.7 ± 13.3
MIP (cmH ₂ O)	74.7 ± 24.1
MEP (cmH ₂ O)	95.2 ± 29.0
手術前 6分間歩行試験 (m)	466 ± 57
手術後 6分間歩行試験 (m)	455 ± 53
手術時間 (min)	206 ± 109
出血量 (mL)	167.3 ± 247.4
入院期間 (days)	12.8 ± 5.3

VC, vital capacity; FEV₁, forced expiratory volume in 1 second; MIP, maximal inspiratory pressure; MEP, maximal expiratory pressure; MPT, maximum phonation time;

Table 2. 手術後 PCF, VC, MPT, NRS の経時的変化

	PCF, L/min	VC, L	MPT, sec	NRS (安静時)	NRS (咳嗽時)
Preoperative	375.2 ± 119.4	3.29 ± 0.69	20.3 ± 7.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
POD 1	213.1 ± 89.0	1.91 ± 0.63	12.4 ± 4.9	2.4 ± 1.7	4.5 ± 2.6
POD 2	262.7 ± 93.5	2.26 ± 0.64	14.8 ± 5.5	0.9 ± 1.0	2.7 ± 1.8
POD 3	272.6 ± 87.7	2.27 ± 0.57	15.9 ± 5.2	0.9 ± 1.3	2.5 ± 2.0
POD 4	292.0 ± 79.4	2.28 ± 0.53	16.3 ± 5.9	0.7 ± 0.9	1.9 ± 1.6
POD 5	293.0 ± 81.2	2.35 ± 0.57	17.7 ± 6.9	0.5 ± 0.8	2.0 ± 1.4

mean ± SD

に基づき、スパイロメーター (HI-801; Chest M.I., Inc., Tokyo, Japan) を用いて肺活量 (VC), 肺活量比 (%VC), 最大吸気筋力 (maximal static inspiratory mouth pressure; MIP), 最大呼気筋力 (maximal static expiratory mouth pressure; MEP) を測定した。咳嗽力である PCF (Finder et al. 2004) はフェイスマスクにピークフローメーター (レスピロニクス社, ASSESS) を取り付け, 測定肢位は端坐位とした。対象者に可能な限り深吸気をさせた

後に強い咳嗽をするように指示をして測定した。測定は3回行いその最高値を記録した。MPTの測定は先行研究 (Kent et al. 1987) に準じてストップウォッチを使用し会話時における習慣的な声の高さと大きさにて, 最大吸気後にできるだけ長く /a/ の発声を持続した時間を計測した。肺機能検査と MPT, PCF は座位にて3回測定しその最大値を採用した。

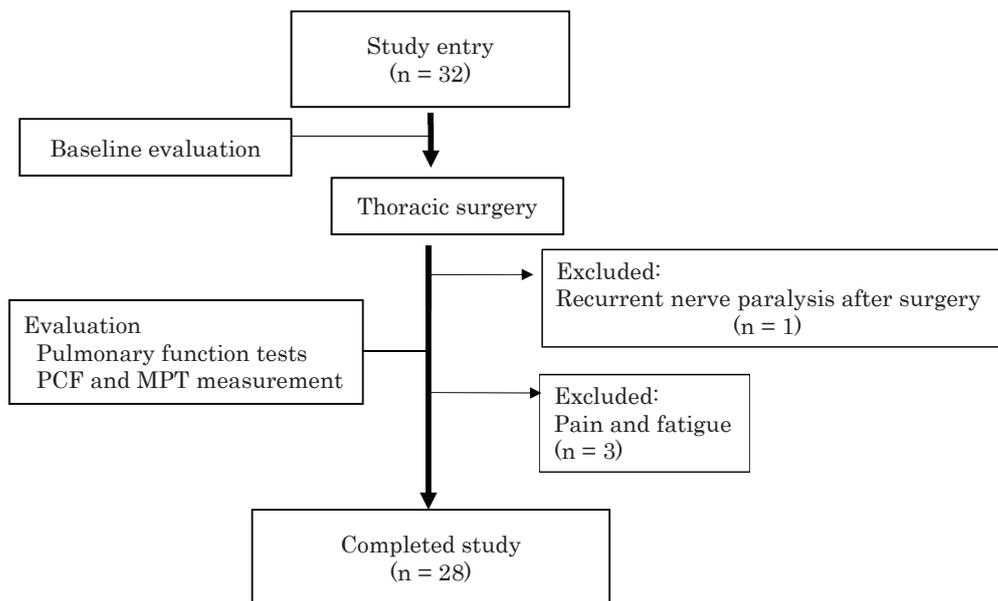


Fig. 1. 研究デザイン

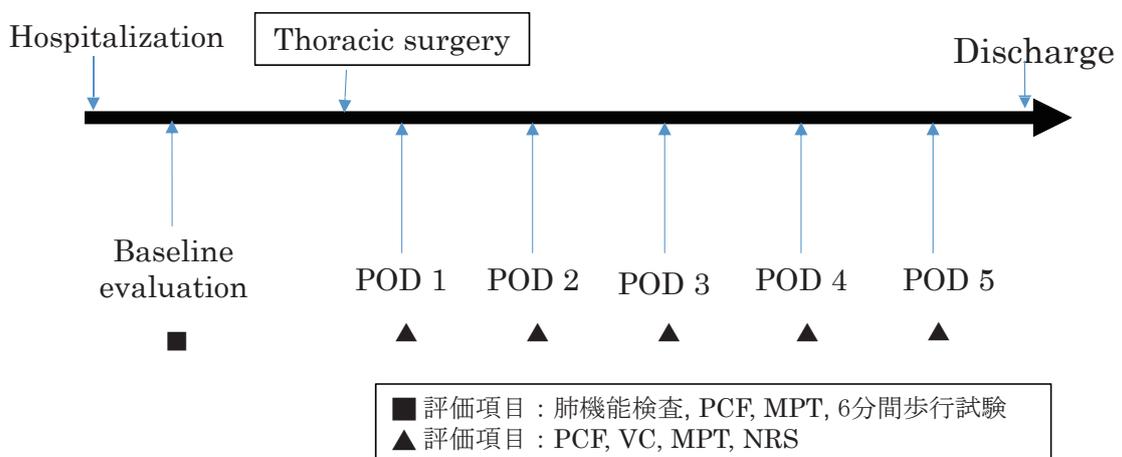


Fig. 2. 研究プロトコール

4) 呼吸理学療法

対象者は手術前より呼吸器合併症予防に深呼吸・腹式呼吸の練習, 咳・ハフイングを併用した自己排痰法の練習等の呼吸理学療法を実施した。また早期離床の重要性についてもオリエンテーションを行った。手術後には呼吸循環動態を評価しながら座位, 立位, 歩行練習を段階的に実施した。手術後1日目にはトイレ歩行(30m), 2日目には200m連続歩行, 3日目より階段昇降やエルゴメーター併用での呼吸練習を実施した。また痰の喀出不全を認める場合は, 吸入薬を併用した体位ドレナージや呼吸介助, 咳嗽介助を実施した。

5) 統計学的検討

PCF および VC・MPT は手術前の値を100%とし, 手術後の回復をPCF回復率, VC回復率, MPT回復率として経時的に評価した。各回復率を従属変数, 手術前, 手術後1~5病日の経時的変化を独立変数として反復測定による分散分析及びTukeyにて多重比較を用いた (Fig.3)。PCF回復率, VC回復率, MPT回復率の関係についてはPearsonの相関分析を用いた (Table.3)。いずれも危険率5%未満をもって有意とした。すべての分析は,

Microsoft Windows用の解析ソフト (IBM SPSS Statistics ver.24; IBM Japan, Tokyo, Japan) を使用した。

III. 結果

1) 患者特性と術式

32例の対象者の内, 手術後の反回神経麻痺1例および痛みや疲労の強い3例の合わせて4例は本研究から除外され, 本研究では28例の患者 (男性15例, 女性13例) を対象とした (Fig.1)。28例の患者特性をTable.1に示した。

手術はVideo-Assisted Thoracic Surgery (VATS) 23例, 後側方切開3例, 正中切開2例であった。診断名は腺癌18例, 扁平上皮癌3例, 肺嚢胞2例, その他の疾患5例であった。癌の病期はIA10例, IB3例, IIA3例, IIB1例, IIIA3例, IIIB1例であった。既往歴に呼吸器疾患を有したものは5例で内訳は気管支喘息, 気胸, 慢性気管支炎, 慢性閉塞性肺疾患, 肺気腫であった。術式は右上葉切除術6例, 右上下葉切除術2例, 右下葉切除術2例, 右中葉切除術1例, 左上葉切除術2例, 左下葉切除術4例, 胸腺腫瘍切除術3例, 部分切除術5例, 区域切除術3例であった。すべて

Table 3. 手術後PCFとVC, MPT, 疼痛の関係

		VC	MPT	Pain (安静時)	Pain (咳嗽時)
PCF	POD 1	0.63*	0.53*	-0.51*	-0.67*
	POD 2	0.49*	0.17	-0.32	-0.38
	POD 3	0.47*	0.25	-0.29	-0.26
	POD 4	0.47*	0.02	-0.39	-0.31
	POD 5	0.52*	-0.64	-0.07	-0.28

*p < 0.05

の対象者は手術室で人工呼吸器を離脱した。対象者に手術後の肺炎、無気肺など呼吸器合併症は認めなかった。

2) 手術後の咳嗽, 発声機能, 肺活量, 痛みの変化について

手術後における PCF, VC, MPT および疼痛の経時的変化を Table.2 に示した。また手術前 PCF・VC・MPT を 100% とした各回復率の経過を Fig.3 に示した。手術後 1 日目の平均 PCF・VC・MPT は 58.0%・59.1%・62.5% に低下し、手術前、手術後 2～5 日目より有意に低値を示した ($p < 0.05$)。また 5 日目の平均 PCF・VC・MPT は 82.1%・72.7%・78.7% の回復に留まり依然として手術前より有意に低値を示した ($p < 0.05$)。

手術前後の安静時痛, 咳嗽時痛を NRS を用いて評価し, その経時的変化を Fig.4 に示した。手術後 1 日目の NRS は安静時平均 2.4, 咳嗽時平均 4.5 であり高値を示したが, 手術後 3 日目には安静時痛 0.9, 咳嗽時痛 2.5 に低下した。手術前と比較し安静時痛は手術後 3 日目まで, 咳嗽時痛は手術後 5 日目まで有意に高値を示した ($p < 0.05$)。また手術後 1 日目の NRS は安静時, 咳嗽時ともに手術後 2～5 日目より有意に高値を示した ($p < 0.05$)。

PCF の変化率と MPT の変化率との間には手術後 1 日目のみに正の相関関係 ($p < 0.05$) を認めた (Table.3)。また PCF の変化率と VC の変化率には 1 日目～5 日目まで正の相関関係 ($p < 0.05$) を認めた (Table.3)。さらに, 手術後 1～5 日目の MPT の変化率と VC の変化率には正の相関関係 ($p < 0.05$) を認めた。

IV. 考察

本研究では胸部外科手術患者 28 例に対して, 手術後 1 日目～5 日目に PCF, MPT, VC を測定した。PCF は手術後 1 日目の MPT と相関を認めたが, 手術後 2 日目以降は MPT と相関を認めなかった。このことから手術後の MPT 低下は, 手術後早期の PCF に関係することが考えられた。また PCF は手術後 1 日目～5 日目まで VC の影響を受けたことから, 深呼吸ができることは PCF の向上に不可欠な要素と考えられた。手術直後は, 呼吸器合併症の予防に必要な PCF に関係する VC と MPT の両方を評価することが重要である。また手術後の声門閉鎖機能低下が PCF に及ぼす影響は, 人工呼吸器離脱後 1 日目までで, その後の PCF 低下は VC 低下との関係が強いと考えられた。

1) PCF の回復について

近年では胸腔鏡を使用した低侵襲である胸腔鏡下手術 (VATS) が行われているが, VATS 後の肺機能, 咳嗽力の回復についての報告は少ない。本研究では手術後 1 日目の PCF は, 手術前の 58.0% まで有意に低下した。また手術後 5 日目においても手術前の 82.1% であり有意に低下していた。開腹手術後の PCF を検討した研究 (Masuda et al. 2008) との比較では, 手術後 1 日目では, PCF の改善は開腹手術の報告より 10% 以上高値を示した。さらに手術後 2 日目～5 日目では 20% 以上高値を示し, 肺切除を伴う胸部外科手術後は腹部外科手術後より PCF の低下を認めなかった。また開腹手術後の報告では visual analog scale で 6.0～5.2 と 3 日目以降も高値を示した。しかし本研究の多くは胸腔鏡下での低侵襲な手術のため, 咳嗽

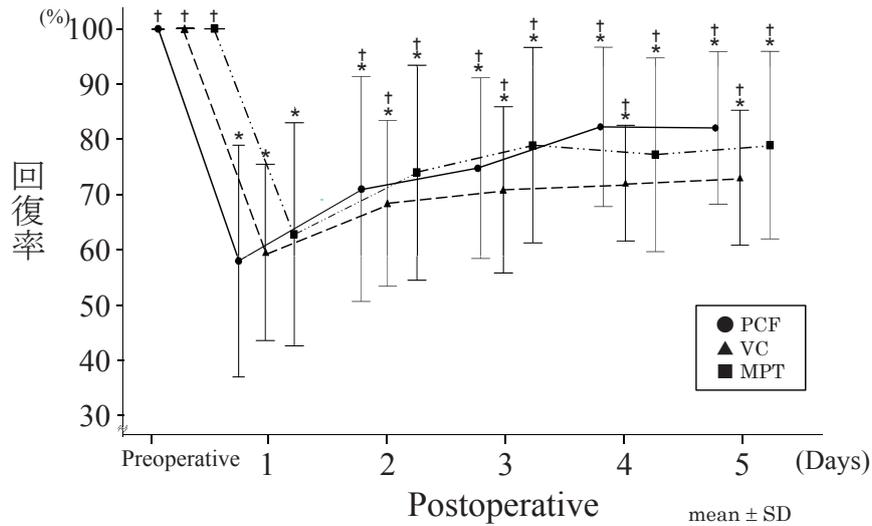


Fig. 3. PCF, VC, MPT の経時的変化

† 1 病日 VS Pre p < 0.05 * Pre VS 1 病日 p < 0.05
 † 1 病日 VS 2 病日 p < 0.05 * Pre VS 2 病日 p < 0.05
 † 1 病日 VS 3 病日 p < 0.05 * Pre VS 3 病日 p < 0.05
 † 1 病日 VS 4 病日 p < 0.05 * Pre VS 4 病日 p < 0.05
 † 1 病日 VS 5 病日 p < 0.05 * Pre VS 5 病日 p < 0.05

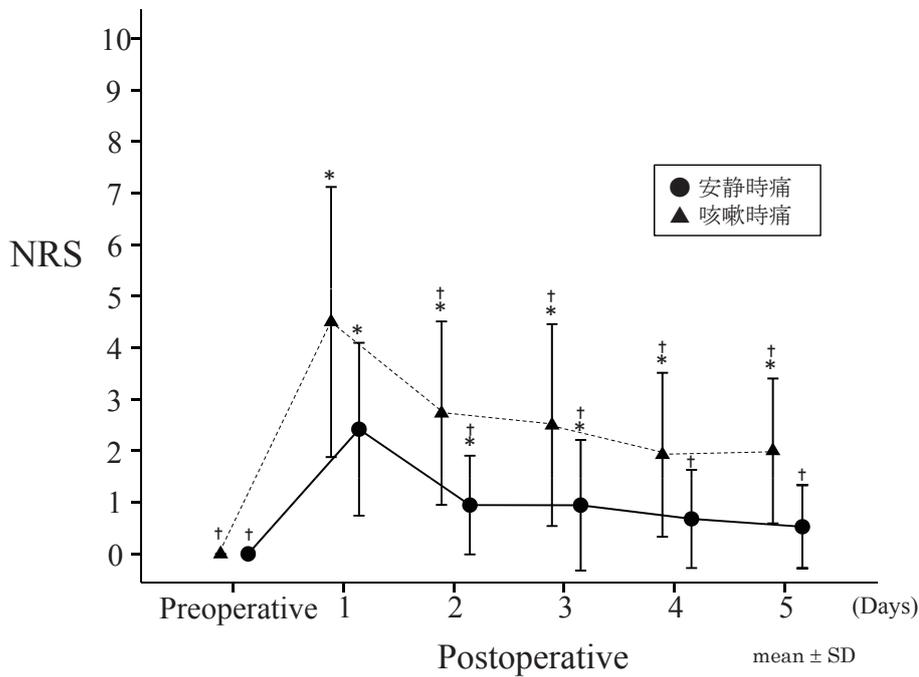


Fig. 4. 疼痛の経時的変化

* Pre VS 1 病日 p < 0.05 † 1 病日 VS Pre p < 0.05
 * Pre VS 2 病日 p < 0.05 † 1 病日 VS 2 病日 p < 0.05
 * Pre VS 3 病日 p < 0.05 † 1 病日 VS 3 病日 p < 0.05
 * Pre VS 4 病日 p < 0.05 † 1 病日 VS 4 病日 p < 0.05
 * Pre VS 5 病日 p < 0.05 † 1 病日 VS 5 病日 p < 0.05

時痛の平均 NRS は手術後 1 日目～5 日目に 4.5 ～ 1.9 であり，手術後 5 日目の咳嗽時痛は平均 NRS にて 2.0 まで改善したにも関わらず，平均 PCF は手術前の 82.1% と有意に低下したままであった．胸部外科手術後の PCF の回復には時間を要すと考えられた．

2) MPT の回復について

手術後 1 日目の平均 MPT は術前値の 62.5% へ有意に低下し，手術後 5 日目に 78.7% に回復した．手術後 5 日目でも平均 MPT は手術前に比較し約 20% 低下していた．手術後は挿管チューブによる刺激が，喉頭浮腫など頸部組織に影響を及ぼす (Colice et al. 1989)．本研究では平均 MPT は手術後 1 日目～3 日目に約 16% 改善したが，手術後 3 日目以降には改善が乏しかった．先行研究では手術に伴う嘔声は挿管後 3 日程度で改善することが多いといった報告 (Kurita et al. 2002) や，挿管チューブによる喉頭気管に対する影響の多くは早期に改善することが報告 (Tolep et al. 1996; Brown et al. 2011) されている．本研究では，挿管チューブの頸部組織圧迫に起因する声門閉鎖機能の低下の結果として，手術後早期の MPT 低下が考えられた．

3) VC の回復について

手術前後の VC を比較した．手術後 1 日目から 5 日目までの VC は手術前に比較し有意に低値を示した．開胸肺切除術を行った先行研究 (Arizono et al. 2006) との比較では，本研究の手術後の VC の低下が少なく回復も良好であった．本研究の対象者の多くは低侵襲な術式 (VATS) であり手術後の疼痛も少ない．そのため手術後 1 日目より歩行が可能であり肺機能の早期回復にも繋がっていると考えられた．

4) PCF と MPT, VC の関係について

本研究では手術後の PCF と MPT の経時的変化を調査した結果，PCF の回復率と MPT の回復率の間には手術後 1 日目のみ有意な相関関係を認めた．先行研究では手術後の PCF と MPT の経時的変化についての報告は認めない．咳嗽は吸気相における大きな吸気量と圧縮相における声門閉鎖機能に加え，呼気相では声門開放と腹筋群の協調による爆発的な呼気によって行われる．手術後における声門閉鎖機能，肺活量は手術後の咳嗽力の回復に重要である．

手術直後の声門閉鎖機能の低下は，挿管管理・抜管操作に伴う頸部組織への侵襲により引き起こされる．声門閉鎖機能低下は嘔声など発声機能や嚥下機能を低下させ，抜管直後における咳嗽力に影響を及ぼす．手術後 1 日目の咳嗽力と発声機能に相関があることから，抜管後 24 時間程度までに MPT によって評価される声門閉鎖機能は，簡便に気道クリアランス能力を評価する上で重要な指標となり得ると考えられた．

さらに PCF の回復率は手術後 1 日目～5 日目の VC の回復率と有意に相関していた．増田ら (Masuda et al. 2008) は，我々の研究と同様に手術後の PCF と VC との間に有意な相関があると報告した．本研究でも手術後の VC および MPT は有意に低下した．加えて PCF の回復率は VC の回復率・MPT の回復率と有意に相関していた．したがって，胸部外科手術後には咳嗽の回復に必要な肺機能及び声門閉鎖機能 (発声機能) についても評価することが重要であると考えられる．本研究の限界は，手術後の PCF と MPT の関係性について明らかとしたが，MPT 低下が PCF 低下の要因となることまでは明らかとなっていない．また咳嗽時の声門閉鎖圧を発声持続時間にて評価したが，そ

の関係について未評価であることが考えられる。今後は咳嗽に影響を与える要因や、咽頭機能である嚥下機能などとの関係も併せて検討する必要がある。

V. 結語

MPT で評価が可能とされる声門閉鎖機能は、手術後の PCF と相関関係を認めた。しかし手術後の MPT と PCF との相関関係は、人工呼吸器離脱後 1 日目までで、その後は VC と相関を認めた。呼吸器外科手術後の喀痰能力を咳嗽評価である PCF だけでなく、声門閉鎖機能評価である MPT、深呼吸ができていないかを評価する VC を含めて評価し、呼吸理学療法としてアプローチする必要がある。

VI. 引用文献

- Ali, J., Weisel, R.D., Layug, A.B., Kripke, B.J. & Hechtman, H.B. (1974) Consequences of postoperative alterations in respiratory mechanics. *Am. J. Surg.*, **128**, 376-382.
- Bach, J.R. & Ishikawa, Y. (1997) Prevention of pulmonary morbidity for patients with Duchenne muscular dystrophy. *Chest*, **112**, 1024-1028.
- Brown, C.V., Hejl, K., Mandaville, A.D., Chaney, P.E., Stevenson, G. & Smith, C. (2011) Swallowing dysfunction after mechanical ventilation in trauma patients. *J. Crit. Care*, **26**, 108.e9-108.e13.
- Colice, G.L., Stukel, T.A. & Dain, B. (1989) Laryngeal complications of prolonged intubation. *Chest*, **96**, 877-884.
- Finder, J.D., Birnkrant, D., Carl, J., Farber, H.J., Gozal, D., Iannaccone, S.T., Kovesi, T., Kravitz, R.M., Panitch, H., Schramm, C., Schroth, M., Sharma, G., Sievers, L., Silvestri, J.M. & Sterni, L. (2004) Respiratory care of the patient with Duchenne muscular dystrophy: ATS consensus statement. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, **170**, 456-465.
- Fink, J.B. (2007) Forced expiratory technique, directed cough, and autogenic drainage. *Respir. Care*, **52**, 1210-1223.
- Fuller, R.W. & Jackson, D.M. (1990) Physiology and treatment of cough. *Thorax*, **45**, 425-430.
- Hasani, A., Pavia, D., Agnew, J. E., & Clarke, S. W. (1994) . Regional lung clearance during cough and forced expiration technique (FET) : effects of flow and viscoelasticity. *Thorax*, **49** (6) , 557-561.
- Hirano, M., Koike, Y. & Von Leden, H. (1968) Maximum phonation time and air usage during phonation. Clinical study. *Folia. Phoniatr.*, **20**, 185-201.
- Kurita, N., Nakahashi, K., Iwatsubo, T., Shimoda, T., Horiuchi, T., Sha, K., Shimokawa, M., Kitaguchi, K., Hirai, K. & Furuya, H. (2002) Incidence and duration of hoarseness following endotracheal intubation. *Masui*, **51**, 737-742.
- Masuda, T., Tabira, K., Kitamura, T., Higashimura, M., Kamogawa, K. & Yoshimura, A. (2008) The sequential changes in peak cough flow after laparotomy. *J. Jpn. Phys. Ther. Ass.*, **35**, 308-312.
- Safdar, N., Dezfulian, C., Collard, H.R. &

- Saint, S. (2005) Clinical and economic consequences of ventilator-associated pneumonia: a systematic review. *Crit. Care Med.*, **33**, 2184-2193.
- Savoia, G., Alampi, D., Amantea, B., Ambrosio, F., Arcioni, R., Berti, M., ... & Castelletti, I. (2010) . Postoperative pain treatment SIAARTI Recommendations 2010. Short version. *Minerva anesthesiologica*, *76* (8) , 657-667.
- Solomon, N.P., Garlitz, S.J. & Milbrath, R.L. (2000) Respiratory and laryngeal contributions to maximum phonation duration. *J. Voice*, *14*, 331-340.
- Speyer, R., Bogaardt, H.C., Passos, V.L., Roodenburg, N.P., Zumach, A., Heijnen, M.A., Heijnen, M.A., Baijens, L.W.J., Fleskens, S.J.H.M. & Brunings, J.W. (2010) Maximum phonation time: variability and reliability. *J. Voice*, *24*, 281-284.
- Tolep, K., Getch, C.L. & Criner, G.J. (1996) Swallowing dysfunction in patients receiving prolonged mechanical ventilation. *Chest*, *109*, 167-172.
- Yáñez-Brage, I., Pita-Fernández, S., Juffé-Stein, A., Martínez-González, U., Pértega-Díaz, S., & Mauleón-García, Á. (2009). Respiratory physiotherapy and incidence of pulmonary complications in off-pump coronary artery bypass graft surgery: an observational follow-up study. *BMC pulmonary medicine*, *9* (1) , 36.
- 日本呼吸器学会肺生理専門委員会編. (2006). 呼吸機能検査ガイドライン—スパイロメトリー, フローボリューム曲線, 肺拡散能力—. 大阪, 広研印刷株式会社

Peak cough flow and Maximum phonation time after thoracic surgery

Masaki Oomagari ^{1), 2)}, Shinichi Arizono ¹⁾, Yuichi Tawara ¹⁾, Yorihide Yanagita ²⁾, Hikaru Machiguchi ²⁾, Toshiyuki Takatsuka ³⁾, Hiroshi Niwa ⁴⁾, Masayuki Tanahashi ⁴⁾, Norimasa Katagiri ²⁾, and Shohei Ohgi ¹⁾

1) Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Seirei Christopher University

2) Department of Rehabilitation Medicine, Seirei Mikatahara General Hospital

3) Shizuoka City Shizuoka Hospital

4) Division of Thoracic Surgery, Respiratory Disease Center, Seirei Mikatahara General Hospital

Abstract

The vital capacity (VC) after thoracic surgery affects peak cough flow (PCF) .

However, the influence of glottic closure deterioration evaluated by maximum phonation time (MPT) on PCF is not clear. We clarified the relationship between coughing and vocal cord function in 28 patients after thoracic surgery. We measured the PCF, MPT, and VC on postoperative days 1 to 5. On postoperative day 1, the mean PCF decreased to 58.0% and the mean MPT decreased to 62.5%. The mean PCFs and MPTs on postoperative days 1 to 5 were significantly lower than the preoperative PCF and MPT, respectively ($p < 0.05$) . There was a positive correlation between the rates of change in the PCF and MPT only on postoperative day 1 ($r = 0.53, p < 0.05$) . There was also a positive correlation between the rates of change in the PCF and VC on postoperative days 1 to 5 ($r = 0.41-0.27, p < 0.05$) . Cough intensity was affected by the vocal cord function on postoperative day 1. However, after postoperative day 2, the cough intensity was not influenced by the vocal cord function. Declining glottal closure function (vocal cord function) immediately after surgery affects the cough intensity and vocal function. The influence of reduction in glottic closure function after surgery on coughing decline was observed up to 1 day after the withdrawal of ventilatory support. After the second postoperative day, the PCF was strongly influenced by the VC.

Keywords : peak cough flow, maximum phonation time, vital capacity