

□ 講 座 □

## 呼吸理学療法の科学性

宮 川 哲 夫\*

### はじめに

呼吸リハビリテーションの Evidence-Based Medicine (EBM 科学的な根拠に基づいた医療) が発表された<sup>1)</sup>。それによれば現在のところ、呼吸リハビリテーションによる効果が科学的に証明されたものは、運動耐容能の改善と息切れの低下であり、そのほかの筋生化学的変化、QOL、医療費、入院期間、生存率については有効であるとは言いがたい。また、方法論に関しては、運動療法と下肢筋の強化は有効であるが、上肢筋の強化、呼吸筋訓練、心理社会的アプローチについてはその効果ははっきりしていない。

現在のところ呼吸理学療法の効果についての EBM は報告されていない。呼吸理学療法の目的は肺の換気とガス交換を改善させ、気道クリアランスの改善、気道閉塞の改善、呼吸困難感と運動耐容能の改善を行うことである。しかし、呼吸理学療法には、まだ科学的に解明されていない、経験的に受け継がれてきたものも多く認められる。

ここでは呼吸理学療法の科学性について、EBM の立場から分析を行った。なお、急性呼吸不全と慢性呼吸不全は病態が異なっており、それぞれに分類して分析した。そして今まで我々が行ってきた急性呼吸不全に対する体位排痰法の効果と科学性についても報告する。

### 1. 呼吸理学療法とは

わが国では呼吸理学療法という言葉より、肺理学療法、胸部理学療法という言葉が一般的に用いられてきた。英語では chest physical therapy あるいは chest physiotherapy という言葉は「胸部理学療法」を意味し、狭義の意味では体位排痰法

のことしか示さない。近年、米国では cardio-pulmonary physical therapy あるいは respiratory physical therapy すなわち心肺理学療法、呼吸理学療法という言葉を用い、その方法論も多岐に渡っている<sup>2)</sup>。

呼吸理学療法には現在のところ、① リラクゼーション：呼吸筋のマッサージおよびストレッチング、楽な体位、Jacobson のリラクゼーション、PNF (hold & relax, contracted & relax)、② 排痰法：体位排痰法 (排痰体位、排痰手技 (percussion, vibration, squeezing, springing, post lifts, huffing, 咳など)、PEP 療法 (呼吸陽圧弁)、Flutter 弁<sup>TM</sup>、自原性排痰法、気管支鏡による気道内分泌物の吸引、kinetic bed 療法、肺内軽打換気法、HFCC (高頻度胸壁圧迫法)、In-exsufflator<sup>TM</sup> (咳の介助器具)、③ 呼吸訓練：腹式呼吸、口すぼめ呼吸、胸式呼吸 (上部胸式呼吸、下部胸式呼吸、部分呼吸) 呼吸介助法、incentive spirometry、CPAP、IPPB、④ 呼吸筋訓練 (過換気法、吸気抵抗負荷法)、⑤ 胸郭可動域訓練 (徒手胸郭伸張法、肋間筋ストレッチ、棒体操、胸郭モビリゼーション)、⑥ 運動療法：早期離床、上肢筋および下肢筋の強化、呼吸体操、呼吸筋ストレッチ体操などがあげられる<sup>3)</sup>。

### 2. Evidence-Based Medicine (EBM)

EBM とは個人の偏った経験や権威主義に頼らず、科学的根拠に基づいた医療のことを言う。有効性を示す科学的根拠に従って治療を実践する方法あるいは過程が、McMaster 大学の臨床疫学グループにより提唱されたものが EBM である。科学的根拠の証明には無作為化比較対照試験 (RCT randomized controlled trial) を行った論文を選択し、その論文の方法論の質の評価を行

\* 昭和大学医療短期大学理学療法学科

い、選択したいくつかの論文でメタ分析をして証明する。

メタ分析には Odds 比を比較する方法と効果量 (effect size) を比較する方法がある。Odds 比を比較する方法は Peto 法と呼ばれ、Odds 比を計算し Mentel-Haenszel のカイ 2 乗検定で、95% 信頼区間 (95% CI) をもって有意差ありとする。Odds 比が 1 より小さくて、95% CI に 1 が入らなければ有効と判断する<sup>4)</sup>。

また、メタ分析の別の方法は DerSimonian & Laird 法 (D & L 法) と呼ばれ、実験群の平均値からコントロール群の平均値を減算し、その値をコントロール群の標準偏差で除算した効果量で比較する。効果量が正の値ならば有効であり、0 ならば 2 群間に有意差はなく、負の値ならば無効である。また、効果量が 0.2 以下では効果が小さく、0.5 では効果が中等度であり、0.8 以上では効果が大きいと判断し、95% CI を計算し、カイ 2 乗検定で有意差を検討する<sup>5)6)</sup>。

### 3. 対象および方法

1966 年から 1997 までの英文を MEDLINE (Medscape) にて文献探索し、体位排痰法については chest physiothrapy 370 件、chest physical therapy 762 件の文献のうち、RCT は 27 件あった。また、diaphragmatic breathing, breathing retraining, incentive spirometry, postural drainage, positive expiratory pressure, flutter valve, autogenic drainage, early mobilization, kinetic bed では 1186 件あり、RCT は 54 件あった。その中から術後肺合併症および急性呼吸不全に関するものを 42 件<sup>7)~48)</sup>およ

び慢性呼吸不全に関するものを 41 件<sup>49)~89)</sup>選んでメタ分析を行った。そして次に、我々が行ってきた急性呼吸不全に対する体位排痰法の効果について分析した。

## 4. 結果

### 1) 術後肺合併症について

(1) 体位排痰法は術後肺合併症に対して有効かどうか? (表 1)

この結果から有効であるのは Warren の報告のみで、全体からみると、体位排痰法は術後肺合併症には有効であるとはいえない。

(2) 術後肺合併症に対する呼吸理学療法の方法論の違いにおける効果(表 2)

術後肺合併症に対する呼吸理学療法の方法論の違いからみると、

①体位排痰法と incentive spirometry (IS), PEP (呼気陽圧) の差はない。

② IS と腹式呼吸, IPPB (間欠的陽圧呼吸), squeezing の差はない。

③何もしないよりは腹式呼吸か IS を行ったほうが有効である。

④ PEP と体位排痰法, CPAP (持続的気道陽圧), PEP と吸気抵抗の併用の差はない。

⑤体位排痰法よりは CPAP が有効である。

⑥早期離床は何もしない群と比べて効果はない。

(3) 急性呼吸不全に対する体位排痰法は酸素化を改善させるかどうか? (表 3)

この結果から、急性呼吸不全に対する体位排痰法は酸素化を低下させる (P<0.001)。

表 1 体位排痰法は術後肺合併症に対して有効か?

報告者	対象	control 群	Odds 比	95% CI
Reines (1982) <sup>7)</sup>	19	25	4.61	1.28~16.6
Stiller (1994) <sup>8)</sup>	40	40	1.59	0.24~9.8
Jenkins (1989) <sup>9)</sup>	35	37	0.83	0.20~3.36
Morran (1983) <sup>10)</sup>	51	51	0.67	0.31~1.47
Heisterberg (1979) <sup>11)</sup>	49	49	1.0	0.42~2.36
Warren (1980) <sup>12)</sup>	93	101	0.30	0.14~0.65
全体	287	303	0.80	0.57~1.13

表 2 術後肺合併症に対する呼吸理学療法の方法論の違いにおける効果

方法論の比較	文献数	対象群/比較群	Odds 比	95% CI
Chest PT vs. IS	6 <sup>9)13)~17)</sup>	698/670	1.18	0.88~1.57
IS vs. Control	5 <sup>9)18)~21)</sup>	174/168	0.41	0.25~0.68
腹式呼吸 vs. Control	2 <sup>18)22)</sup>	110/128	0.20	0.11~0.36
腹式呼吸 vs. IS	4 <sup>18)23)~25)</sup>	93/98	1.04	0.58~1.87
IPPB vs. IS	5 <sup>18)26)29)</sup>	152/162	0.93	0.57~1.44
PEP vs. Chest PT	3 <sup>30)~31)</sup>	61/59	0.94	0.46~1.94
PEP vs. CPAP	1 <sup>31)</sup>	15/13	0	
PEP vs. PEP+IR	1 <sup>32)</sup>	17/17	1.77	0.40~7.93
CPAP vs. Chest PT	5 <sup>23)~25)33)34)</sup>	108/95	0.49	0.28~0.87
IS vs. squeezing	1 <sup>35)</sup>	21/21	1.70	0.40~7.20
早期離床 vs. control	2 <sup>36)37)</sup>	63/63	0.88	0.44~1.77

PEP：呼気陽圧，Chest PT：体位排痰法，IS：incentive spirometry，IPPB：間欠的陽圧呼吸，CPAP：持続的気道内陽圧，PEP+IR：呼気陽圧＋吸気抵抗

表 3 急性呼吸不全に対して体位排痰法は酸素化を改善させるか？

報告者	対象	効果量	95% CI
Mackenzie (1978) <sup>38)</sup>	急性呼吸不全 17 例	0.22	-0.45~0.90
	急性呼吸不全 14 例	0.35	-0.04~1.10
Connors (1980) <sup>39)</sup>	急性呼吸不全 12 例	-2.36	-3.40~-1.32
Holody (1981) <sup>40)</sup>	急性呼吸不全 10 例	1.87	0.82~2.92
Hammon (1992) <sup>41)</sup>	急性呼吸不全 10 例	-0.04	-0.09~0.83
	急性呼吸不全 6 例	-0.16	-1.29~0.98
	急性呼吸不全 2 例	-0.27	-2.23~1.71
Harding (1993) <sup>42)</sup>	術後患者 11 例	-0.36	-1.21~0.48
	術後患者 12 例	-0.32	-1.13~0.48
Weissman (1993) <sup>43)</sup>	急性呼吸不全 30 例	-0.54	-1.06~-0.03
全体	124 例	-0.31	-0.57~-0.05

124 例の  $\chi^2 = 32.6944$   $P < 0.001$

表 4 呼吸理学療法は術後患者及び急性呼吸不全患者の在院期間を短縮させるか？

方法論の比較	文献数	対象群/比較群	効果量	95% CI	有意差
CPT vs control	3 <sup>8)12)44)</sup>	196/189	0.09	-0.11~0.29	$P < 0.05$
IS vs control	2 <sup>14)18)20)</sup>	127/133	0.28	0.04~0.53	NS
CPT vs 早期離床	2 <sup>36)37)</sup>	62/63	0.15	-0.20~0.50	$P < 0.05$

Chest PT：体位排痰法，IS：incentive spirometry

(4) 呼吸理学療法は術後患者および急性呼吸不全の在院期間を短縮させるか？(表 4)  
この結果から，体位排痰法，incentive spirometry，早期離床は術後患者および急性呼吸不全の

入院期間を短縮させない ( $P < 0.05$ )。

(5) 包括的な呼吸理学療法は術後肺合併症を改善させるか？(表 5)  
この結果から術前からの呼吸理学療法や，術後

表 5 包括的な呼吸理学療法は術後肺合併症を改善させるか？

報告者	対象	control 群	Odds 比	95% CI
Castillo (1985) <sup>45)</sup>	130 例	150 例	0.04	0.02~0.09
Zibrak (1986) <sup>46)</sup>	384 例	543 例	0.04	0.01~0.13
	41 例	80 例	0.71	0.18~2.84
Crowe (1997) <sup>14)</sup>	99 例	110 例	0.85	0.40~1.79
Olsen (1997) <sup>47)</sup>	174 例	194 例	0.04	0.02~0.09
全体	828 例	1077 例	0.02	0.16~0.30

表 6 包括的な呼吸理学療法は術後患者及び急性呼吸不全患者の在院期間を短縮させるか？

報告者	対象	control 群	効果量	95% CI
Zibrak (1986) <sup>46)</sup>	425 例	623 例	0.96	0.83~1.09
Johnson (1995) <sup>44)</sup>	63 例	85 例	-0.31	-0.68~0.07
Senekal (1995) <sup>48)</sup>	13 例	13 例	1.45	0.59~2.31
Olsen (1997) <sup>47)</sup>	174 例	194 例	0.04	-0.16~0.25
全体	675 例	915 例	0.63	0.52~0.74

全体の  $\chi^2=83.9671$   $P<0.001$

表 7 体位排痰法を行った場合と行なわなかった場合の痰の咯出量の差

報告者	対象	effect size	95% CI	
Bateman (1979) <sup>49)</sup>	COPD	10 例	4.49	2.25~6.14
Sutton (1983) <sup>50)</sup>	CF, CB	10 例	3.39	2.02~4.75
Sutton (1985) <sup>51)</sup>	CF, CB, BE	8 例	2.27	1.01~3.53
Van Hengstum (1988) <sup>52)</sup>	CF	8 例	0.86	-0.17~1.88
Baldwin (1994) <sup>53)</sup>	CF	8 例	2.84	1.45~4.22
Braggion (1995) <sup>54)</sup>	CF	16 例	1.90	1.07~2.74
全体		60 例	2.23	1.76~2.70

CF：嚢胞性肺線維症，CB：慢性気管支炎，BE：気管支拡張症，  
COPD：慢性閉塞性肺疾患

60 例の  $\chi^2=18.2705$   $P<0.005$

の包括的な呼吸理学療法（体位排痰法，IS，PEP，腹式呼吸，IPPB，早期離床）の併用により術後肺合併症は有意に低下する。

(6) 包括的な呼吸理学療法は術後肺合併症や急性呼吸不全の在院期間を短縮させるか？

(表 6)

この結果から包括的な呼吸理学療法を行うことにより有意に在院期間が減少する ( $P<0.001$ )。

2) 慢性呼吸不全の体位排痰法について

体位排痰法は慢性呼吸不全において有効である

かどうかについては，(1) 痰の咯出量からみた効果，(2) 肺クリアランスからみた効果，(3) 排痰体位と排痰体位と percussion の併用の効果，(4) 方法論の違いによる排痰の差があるかどうか，の 4 項目について分析した。

(1) 痰の咯出量からみた効果(表 7)

体位排痰法を行った場合と行なわなかった場合の比較では，明らかに体位排痰法を施行したほうが，痰の排出量は大きい ( $P<0.005$ )。

表 8 体位排痰法を行った場合と行なわなかった場合の肺クリアランスの差

報告者	対象	effect size	95% CI
Bateman (1981) <sup>55)</sup>	COPD 6例	3.17	1.47~4.87
Rossmann (1982) <sup>56)</sup>	CF 6例	0.84	-0.34~2.02
Van Hengstum (1988) <sup>52)</sup>	CF 8例	1.83	0.07~3.00
Van Hengstum (1988) <sup>57)</sup>	CB 8例	2.44	1.14~3.73
Mortensen (1991) <sup>58)</sup>	CF 10例	1.29	0.32~2.25
全体	38例	1.69	1.00~2.08

CF：嚢胞性肺線維症，CB：慢性気管支炎，BE：気管支拡張症，

COPD：慢性閉塞性肺疾患

38例の  $\chi^2=6.9184$  NS

表 9 排痰体位と percussion 及び vibration の併用の効果

報告者	対象	effect size	95% CI
Pavia (1976) <sup>59)</sup>	CB 10例	0.30	-0.58~1.19
Rossmann (1982) <sup>56)</sup>	CF 6例	-0.25	-1.39~0.89
Mohsenifar (1985) <sup>60)</sup>	COPD 10例	0.73	-0.17~1.64
Mazzocco (1985) <sup>61)</sup>	BE 13例	0.02	-0.75~0.79
Wollmer (1985) <sup>62)</sup>	CB 10例	-0.03	-0.91~0.84
Sutton (1985) <sup>51)</sup>	BE, CF, CB 8例	-2.27	-3.53~-1.01
Brown (1987) <sup>63)</sup>	COPD 24例	0.25	-0.32~0.81
Gallon (1991) <sup>64)</sup>	BE 10例	2.31	1.18~3.44
全体	91例	0.20	-0.10~0.50

CF：嚢胞性肺線維症，CB：慢性気管支炎，BE：気管支拡張症，

COPD：慢性閉塞性肺疾患

91例の  $\chi^2=30.7101$   $P<0.001$

表 10 体位排痰法とその他の排痰の方法による効果の違いについて

方法論の比較	報告数	対象群/比較群	効果量	95% CI	有意差
CPT vs Flutter 弁	4 <sup>3)</sup> 65)~67)	61/66	-0.32	-0.70~0.06	$P<0.001$
CPT vs PEP	10 <sup>3)</sup> 54)58)68)~74)	143/143	-0.24	-0.48~0.01	$P<0.001$
CPT vs Huffing, 咳	7 <sup>50)</sup> 52)75)~79)	108/107	0.08	-0.21~0.37	$P<0.001$
CPT vs 運動療法	5 <sup>72)</sup> 80)~83)	44/45	0.10	-0.33~0.53	$P<0.05$
CPT と吸入 vs CPT	2 <sup>84)</sup> 85)	20/20	1.46	0.74~2.18	$P<0.02$
CPT vs AD	2 <sup>3)</sup> 86)	17/17	-0.12	-0.97~0.73	$P<0.001$
CPT vs IPV	2 <sup>87)</sup> 88)	30/32	0.23	-0.36~0.82	$P<0.001$
percussion(徒手vs機器)	3 <sup>56)</sup> 79)89)	34/32	-0.06	-0.54~0.42	NS

CPT：体位排痰法，PEP：呼気陽圧，AD：自原性排痰法，IPV：肺内軽打換気法

(2) 肺クリアランスからみた効果(表8)  
体位排痰法を行った場合と行なわなかった場合を肺クリアランス値からみると，効果量は大きい  
が，有意差を認めない。

(3) 排痰体位と percussion および vibration  
の併用の効果(表9)  
効果量は0.2より小さいので，排痰体位だけ  
とった場合と排痰体位に排痰手技を併用した場合

の差は認めない ( $P < 0.001$ )。

(4) 方法論の違いによる排痰の効果(表 10)

①体位排痰法と Flutter 弁では、Flutter 弁のほうが有効である ( $P < 0.001$ )。

②体位排痰法と PEP では差はない ( $P < 0.001$ )。

③体位排痰法と huffing・咳の差はない ( $P < 0.001$ )。

④体位排痰法と運動療法では、差はない ( $P < 0.05$ )。

⑤体位排痰法と吸入療法の併用では、併用したほうが有効である ( $P < 0.02$ )。

⑥体位排痰法と自原性排痰法では、差はない ( $P < 0.001$ )。

⑦体位排痰法と肺内軽打換気法 (intrapulmonary percussive ventilation) では差はない ( $P < 0.001$ )。

⑧徒手による percussion と機器による percussion では差を認めない。

## 5. 考 察

現在、報告されている体位排痰法の効果についてまとめてみると、① 粘液線毛クリアランスの改善、② 中枢気道よりも末梢気道の痰の除去に有効、③ 1 日 30 ml 以上の痰のある患者に有効、④ 術後肺合併症の予防および低下、⑤ 呼吸機能、動脈血ガスの改善あるいは不変 (FVC, FEV<sub>1.0</sub>, PFR, MEF<sub>R</sub>, C<sub>ST</sub>, などの中枢気道は不変であるが、V<sub>25</sub>, R<sub>AW</sub> などの末梢気道は改善する)、⑥ 有効な疾患 (気管支拡張症、嚢胞性肺線維症、慢性気管支炎、びまん性汎細気管支炎、無気肺、脊髄損傷、膿胸、胸部外傷、緩解中の喘息重積発作、異物の誤嚥、新生児の呼吸障害、気管支肺異形成) ⑦ 効果が明らかでない疾患 (急性呼吸不全、肺炎、胸水、COPD) などである<sup>3)</sup>。

従来から行われている体位排痰法は、排痰体位をとり percussion や vibration を組み合わせることが標準的な方法である。胸壁の振動は喀痰のレオロジカルな変化として剪断力が起こり流動性が増すことと、振動が線毛運動を増強させ気道表面の運搬能を強化することがあげられ、最適振動

数は 11~15 Hz で 13 Hz が最も有効とされる<sup>90)</sup>。percussion では振動数は 100~480 回/分であり、2~4 ft-lb, 58~65 N, 胸腔内圧が 5~15 cmH<sub>2</sub>O 変化するとされ、ゆっくりした振動 (6~12 回/分) よりも早い振動 (240 回/分) のほうが効果的とされる<sup>91)</sup>。

しかし、メタ分析の結果、体位排痰法は術後肺合併症には有効であるとは言えなかった。慢性呼吸不全を対象にしたものでは有効であったが、排痰体位をとった場合とそれに排痰手技 (percussion や vibration) を加えた場合には差を認めなかった。また、胸壁の振動は去痰に対して逆効果のこともあり、呼気流速が働かないと粘液線毛クリアランスには有効に作用しない<sup>92)</sup>。percussion や vibration は呼吸機能を悪化させることもあり、気管支攣縮を起こす原因になる<sup>62)93)</sup>。慢性呼吸不全においては percussion や vibration はさほど侵襲にはならないが、急性呼吸不全における排痰法ではこのような方法では侵襲が大きく、これらの文献では無理な排痰体位や percussion を施行していることが原因している。percussion が痰の移動を促進させるかは現在のところ疑問視されている。痰の量が一日 30 ml 以上あるような症例や慢性呼吸不全に関しては有効との報告もあるが、むしろ急性呼吸不全に対する体位排痰法では、低酸素血症<sup>39)41)~43)94)</sup>、不整脈<sup>41)</sup>、頭蓋内圧上昇<sup>95)96)</sup>、気管支攣縮<sup>95)97)</sup>、疼痛などの合併症が数多く報告されている<sup>34)95)98)</sup>。ICU 患者の酸素消費量は安静時に比べ体位排痰法で 38% の増加が認められ<sup>42)43)</sup>、また、循環動態、酸素運搬能、二重積でみても ICU のいろいろな処置の中では体位排痰法が最も侵襲が大きく<sup>36)37)99)</sup>、負担になっている。循環動態の不安定なばあいには頭低位や percussion で重症不整脈が発生しやすく、急性呼吸不全に対する体位排痰法では percussion はむしろ禁忌とすべきで、われわれは侵襲の少ない修正した排痰体位と squeezing を用いている<sup>100)</sup>。

一般的に無気肺や病巣部の胸郭の動きは制限されており、換気が低下している。そこで squeezing は痰のある胸郭を呼気時に圧迫する (押し出す) ことにより、呼気流速を高め痰の移動を促進

させ、受動的に吸気を行いエアエントリーを改善させる。多臓器不全症の患者やIABP挿入患者などの重症心不全患者においても、squeezingは循環動態に大きな変動を与えず実施できる<sup>101)</sup>。

歴史的にsqueezing<sup>91)102)103)</sup>の報告をみると、thracic lymphatic pump (TLP)<sup>36)104)~107)</sup>あるいはventilatory assist, chest compression<sup>108)</sup>, thracic compression<sup>109)</sup>, assisted thracic compression<sup>72)</sup>とも記述されている。カナダではよく用いられている排痰手技の一つであるが、米国ではほとんど用いられていない。最も古い報告では1918年のインフルエンザ流行時に、上部胸郭にvibrationを加えながらsqueezingし、springingを併用することにより、10000例の死亡率を5%から0.25%に低下させたと報告されている<sup>104)</sup>。また、肺炎6258例に施行した結果、30~60%の死亡率が10%に減少したと報告している<sup>104)</sup>。squeezingの効果として、肺炎<sup>104)105)</sup>、COPD<sup>109)112)</sup>、喘息発作時<sup>108)3)</sup>、上腹部術後<sup>35)</sup>、気管支拡張症<sup>3)</sup>において、排痰効果、肺機能の改善<sup>106)35)</sup>、酸素化の改善<sup>109)110)</sup>、無気肺の改善<sup>35)</sup>、胸郭可動性の改善<sup>35)110)</sup>を報告している。肺気腫に対する最も古い報告では1957年に報告されている<sup>110)</sup>。しかし、これらの報告では、排痰体位との併用は行っておらず、我々は排痰体位をとり排痰区域に相当する胸郭をsqueezingする方法を施行している。急性呼吸不全に対する従来の方法による体位排痰法は有効でなかったため、修正した排痰体位をとり、squeezingとpercussionの比較を行った。

## 6. squeezingとpercussionの比較

ここではわれわれが行っている排痰手技と方法を用いた同じプロトコールで、異なった験者によ

るsqueezingとpercussionの比較を行った。

救命救急センターで体系的に呼吸理学療法を導入し、肺合併症や人工呼吸器の装着日数および在室日数が減少するかどうか検討した。対象は救急救命センターに入院中の気管内挿管および気管切開を行った患者で、percussion施行の81名とsqueezing施行時の80名を比較検討した。その結果はpercussionでは人工呼吸器の装着日数は13.1日、squeezing施行時は9.7日へと有意に減少し、肺炎が45例から30例、無気肺が51例から41例と有意に減少した ( $P < 0.0001$ )。画像診断報告書より肺炎・無気肺と診断されてから改善した日までの平均日数は肺炎で13.4日から9.0日、無気肺で15.4日から7.4日と有意に減少した ( $P < 0.01$ )。

また、同様にICUで胸部外科術後の患者に導入した場合、percussionを行った場合 ( $n=29$ )とsqueezingを行った場合 ( $n=32$ )を比較してみると、無気肺や肺炎の発生率でみるとpercussionで24例 (82.7%)、squeezingで16例 (50.0%)と有意な差を認めた ( $P < 0.01$ )。また、罹病日数でみるとpercussionで $3.6 \pm 3.0$ 日、squeezingで $2.4 \pm 3.4$ 日例と有意な差を認めた ( $P < 0.05$ )。そこで、EBMの立場からOdds比を計算すると表11のようになり、この結果から、急性呼吸不全に対してはpercussionよりsqueezingが有効であるといえる。

## 7. 急性呼吸不全の体位排痰法についての考察

人工呼吸中の重症呼吸不全 (ARDS, 肺水腫, 肺炎, 肺挫傷など)では背臥位でいるため、重力の影響で背側荷重側肺に滲出液、気道内分泌物、血液などが貯溜し、荷重側肺障害 (gravitational consolidationあるいはdependent lung injury)を起こしやすい。荷重側肺の換気が低下

表 11 Squeezingとpercussionによる肺合併症の違い

対象	squeezing群	percussion群	Odds比	95% CI
救命救急(外傷・脳卒中)	80	81	0.62	0.33~1.16
ICU (胸部外科)	32	29	0.21	0.06~0.68
全体	112	110	0.48	0.28~0.84

し肺内シャント血流が増加し酸素化が悪化するの  
で、この部位が上になるような体位、すなわち腹  
臥位では換気-血流比が改善し、酸素化能が改善  
する<sup>113)</sup>。腹臥位は困難なばあいが多く、われわれ  
は3/4の腹臥位か側臥位をとっている。また、  
kinetic bedによる持続体位変換は、脊髄損傷に  
おいては死亡率や肺合併症の減少、頭部外傷・多  
発外傷においては無気肺、肺炎の減少、敗血症・  
COPD・脳卒中においてはICU在室日数が減少  
し、医療費の減少を認めたと報告されている。し  
かし、メタ分析による結果では、肺炎、無気肺、  
挿管時間、ICU入室時間、には有効であるが、  
ARDS、死亡率、入院日数、敗血症には有効でない<sup>114)</sup>。2時間毎の側臥位の体位変換とkinetic  
bedの効果については同様に有効である<sup>115)</sup>。

体位により末梢気道からの痰の移動が促進され  
る。ICUでは体位排痰法で無気肺や肺炎を治療  
するのではなく、体位変換を1~2時間毎に繰り返  
し肺合併症を予防することが最も大切であり、  
体位を繰り返し変換することをturning（回転）  
という。

排痰手技を換気力学的にみると、squeezingに  
より一回換気量 $70.5 \pm 44.3$  ml、呼気流速 $76.4 \pm$   
 $31.2$  ml/sec、動的コンプライアンス $7.9 \pm 9.7$   
ml/cmH<sub>2</sub>O、胸腔内圧や気道内圧は5 cmH<sub>2</sub>O増  
加するが、percussion、vibrationでは変化しない。  
percussionを施行するときは最大吸気位で  
行わないとその波動は伝わらない。一方、flow  
volume 曲線で見るとspringingでは吸気流速、  
吸気一回換気量が増加する<sup>116)</sup>。

また、気管支鏡でみると換気力学的所見と一致  
し、percussion、vibrationでは気管支を振動さ  
せることができるが、中枢気道からの排痰は認め  
られるが、区域気管支より末梢の気管支からの排  
痰は認められなかった<sup>117)</sup>。また、squeezingでは  
区域気管支、亜区域気管支が呼気時に収縮し、吸  
気時に大きく拡張することを繰り返し、末梢のエ  
アレントリーと呼気流速を速め、より末梢から  
の痰の移動を促進した。気管支鏡では亜区域気管  
支までの痰は除去することができるが、それより  
末梢の痰の除去は困難である<sup>117)</sup>。気道熱傷では  
気管分岐部に粘稠なball valve様の痰をよく認め

るが、このような痰が気管支を閉塞しているよう  
な場合にはpercussionでは移動させるのは困難  
で、粘液栓痰を空気の波動が突き破らなくては痰  
は移動しないことを気管支鏡で確認している。胸  
部X線所見でエアブロンコグラムのあるような  
症例は、気管支鏡だけでは痰の除去は困難であ  
り<sup>118)119)</sup>、体位排痰法との併用が有効である<sup>117)</sup>。

急性期の呼吸理学療法は全身状態が不安定なた  
め制約されることもあるが、リスク管理を十分に  
行いモニターに注意しながら行えば、期待した効  
果をあげることが期待できる。適応、禁忌、限界  
を十分に理解し、評価しながら行うことが大切  
である。体位排痰法の依頼を受けた117名のうち  
105名は不適切で、不適切な排痰法を中止したこ  
とにより、死亡率や合併症の発生率は減少しな  
かったが、医療費の軽減ができたとしている<sup>120)</sup>。また、このメタ分析の結果から、包括的  
な呼吸理学療法を行うことにより有意に肺合併症  
は減少し、在院期間も有意に減少したことから、  
体位排痰法だけ単独に行うのではなく、呼吸訓  
練、IS、PEP、CPAP、吸入療法、早期離床、気  
管支鏡などの肺合併症予防のための呼吸ケアを包  
括的に行うことがより重要である。

## おわりに

呼吸理学療法<sup>46)121)</sup>や呼吸ケア<sup>47)</sup>を術前から包  
括的かつ体系的に導入することにより、術後肺合  
併症の軽減になったという報告や看護婦の技術が  
高いばあい<sup>122)</sup>や呼吸療法士を含む呼吸ケアチ  
ームによるアプローチ<sup>123)124)</sup>では人工呼吸器から  
の離脱が早いと報告されている。このように今後、  
質の高い呼吸ケアを提供できるようチーム医療を  
基に、呼吸理学療法の科学性について手技および  
方法論を統一した多施設間のRCTを行い、医療  
費、QOLの面からの効果を含んだ、呼吸理学療  
法の対象、方法、頻度、効果、限界について検討  
し、それに基づくガイドラインを作成を急ぐべき  
である。

## 参考文献

- 1) ACCP/AACVPR Pulmonary Rehabilitation Guidelines Panel: Pulmonary rehabilita-

- tion ; Joint ACCP/AACVPR evidenced based guidelines. *Chest* 112 : 1363-1396, 1997
- 2) Ntounmenopoulos G : Topical issues in cardiopulmonary physiotherapy. *Physiotherapy* 81 : 992-94, 1995
  - 3) 宮川 哲夫 : 呼吸リハビリテーション ; update. *日本呼吸管理学会誌* 5 : 119-126, 1996
  - 4) 折笠秀樹 : 薬剤臨床試験のメタアナリシス. *臨床医薬* 6 : 1745-1759, 1990
  - 5) Thomas JR and French KE : The use of meta analysis in exercise and sport : a tutorial. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 57 : 196-204, 1986
  - 6) Hiraoka K : The effectiveness of neurodevelopmental treatment for motor impaired children ; Meta analysis for a retrospective study. *理学療法学* 22 : 464-471, 1995
  - 7) Reines HD, Sade RM, et al : Chest physiotherapy fails to prevent postoperative atelectasis in children after cardiac surgery. *Ann Surg* 195 : 451-454, 1982
  - 8) Stiller K, Wallace M, et al : Efficacy of breathing and coughing exercises in the prevention of pulmonary complications after coronary artery surgery. *Chest* 105 : 741-747, 1994
  - 9) Jenkins SC, Soutar SA, et al : Physiotherapy after coronary artery surgery : are breathing exercises necessary ? : *Thorax* 44 : 634-639, 1989
  - 10) Morran CG, Finaly IG, et al : Randomized controlled trial of physiotherapy for postoperative pulmonary complications. *Br J Anaesth* 55 : 1113-1117, 1983
  - 11) Heisterberg L, Johansen TS, et al : Postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. *Acta Chir Scand* 145 : 505-507, 1979
  - 12) Warren CPW and Grimwood M : Pulmonary disorders and physiotherapy in patients who undergo cholecystectomy. *Can J Surg* 23 : 384-386, 1980
  - 13) Hall JC, Tarala R, et al : Incentive spirometry versus routine chest physiotherapy for prevention of pulmonary complication after abdominal surgery. *Lancet* 337 : 953-956, 1991
  - 14) Crowe JM and Bradley CA : The effective of incentive spirometry with physical therapy for high-risk patients after coronary artery bypass surgery. *Physical Therapy* 77 : 260-268, 1997
  - 15) Graven JL, Evans GA, et al : The evaluation of the incentive spirometer in the management of postoperative pulmonary complications. *Br J Surg* 61 : 793-797, 1974
  - 16) Krakstins IRB, Corey ML, et al : An evaluation of incentive spirometry in the management of pulmonary complications after cardiac surgery in a pediatric population. *Crit Care Med* 10 : 525-528, 1982
  - 17) O'Connor M and Tattersall MP : An evaluation of incentive spirometry to improve lung function after cholecystectomy. *Anaesthesia* 43 : 785-787, 1988
  - 18) Celli BR, Rodriguez KS and Snider GL : A controlled trial of intermittent positive pressure breathing, incentive spirometry, and deep breathing exercises in preventing pulmonary complications after abdominal surgery. *Am Rev Respir Dis* 130 : 12-15, 1984
  - 19) Schweieger I, Gamulin, et al : Absence of benefit of incentive spirometry in low-risk patients undergoing elective cholecystectomy. *Chest* 89 : 652-656, 1986
  - 20) Bellet PS, Kalinyak KA, et al : Incentive spirometry to prevent acute pulmonary complications in sickle cell diseases. *N Engl J Med* 333 : 699-703, 1995
  - 21) Lyager S, Wernberg M, et al : Can postoperative pulmonary conditions be improved by treatment with the Bartlett-Edwards incentive spirometer after upper abdominal surgery ? *Acta Anaesth Scand* 23 : 312-319, 1979
  - 22) Roukema JA, Carol EJ and Prins JG : The prevention of pulmonary complications after upper abdominal surgery in patients with noncompromised pulmonary status. *Arch Surg* 123 : 30-34, 1988
  - 23) Stock MC, Downs JB, et al : Prevention of atelectasis after upper abdominal operations. *Anesthesiology* 57 : A 457, 1982

- 24) Stock MC, Downs JB, et al : Prevention of postoperative pulmonary complications with CPAP, incentive spirometry and conservative therapy. *Chest* 87 : 151-157, 1985
- 25) Stock MC, Downs JB, et al : Comparison of continuous positive airway pressure, incentive spirometry and conservative therapy after cardiac operations. *Crit Care Med* 12 : 969-972, 1984
- 26) Jung R, Wight J, et al : Comparison of three methods of respiratory care following upper abdominal surgery. *Chest* 78 : 31-35, 1980
- 27) Dohi S and Gold MI : Comparison of two methods of postoperative respiratory care. *Chest* 73 : 592-595, 1978
- 28) Van de Water JM, Watring WG, et al : Prevention of postoperative pulmonary complications. *Surg Gynecol Obstet* 135 : 229-233, 1972
- 29) Oikkonen M, Karjalainen K, et al : Comparison of incentive spirometry and intermittent positive pressure breathing after coronary artery bypass graft. *Chest* 99 : 60-65, 1991
- 30) Frolund L and Madsen F : Self-administered prophylactic postoperative positive expiratory pressure in thoracic surgery. *Acta Anaesth Scand* 30 : 381-385, 1986
- 31) Ricksten SE, Bengtsson A, et al : Effects of periodic positive airway pressure by mask on postoperative pulmonary function. *Chest* 89 : 774-78, 1986
- 32) Christensen EF, Schultz P, et al : Postoperative pulmonary complications and lung function in high-risk patients ; a comparison of three physiotherapy regimens after upper abdominal surgery in general anesthesia. *Acta Anaesth Scand* 35 : 97-104, 1991
- 33) Linder KH, Lotz P, et al : Continuous positive airway pressure effect on functional residual capacity, vital capacity and its subdivisions. *Chest* 92 : 66-70, 1987
- 34) Pinilla JC, Olendrick FH, et al : Use of a nasal continuous positive airway pressure mask in the treatment of postoperative atelectasis in aortocoronary bypass surgery. *Crit Care Med* 18 : 836-840, 1990
- 35) Sleszynski SL, and Kelso AF : Comparison of thoracic manipulation with incentive spirometry in preventing postoperative atelectasis. *JAOA* 93 : 834-845, 1993
- 36) Chulay M, Brown J, et al : Effect of postoperative immobilization after coronary artery bypass surgery. *Crit Care Med* 10 : 176-179, 1982
- 37) Hallbook T, Lindblad B, et al : Prophylaxis against pulmonary complications in patients undergoing gall-bladder surgery. *Ann Chir Gynaecol* 73, 55-58 1984
- 38) Mackenzie CF, Shin B, and McAslan TC : Chest physiotherapy ; The effects on arterial oxygenation. *Anesth Analg* 57 : 28-30, 1978
- 39) Connors AF, Hammon WE, et al : Chest physical therapy ; the immediate effect on oxygenation in acutely ill patients. *Chest* 78 : 559-564, 1980
- 40) Holody B and Goldberg H : The effects of mechanical vibration physiotherapy on arterial oxygenation in acute ill patients with atelectasis or pneumonia. *Am Rev Respir Dis* 124 : 372-375, 1981
- 41) Hammon WE, Connors AF, et al : Cardiac arrhythmias during postural drainage and percussion of critical ill patients. *Chest* 102 : 1836-1841, 1992
- 42) Harding j, Kemper M and Weissman C : Alfentanil attenuates the cardiopulmonary response of critically ill patients to an acute increase in oxygen demand induced by chest physiotherapy. *Anesth Analg* 77 : 1122-1129, 1993
- 43) Weissman C, Kemper M : Stressing the critically ill patients ; The cardiopulmonary and metabolic responses to an acute increase in oxygen consumption. *J crit Care* 8 : 100-108, 1993
- 44) Johnson D, Klem C, et al : Postoperative physical therapy after coronary artery bypass surgery. *Am J Respir Crit Care Med* 152 : 953-958, 1995
- 45) Castillo R and Hass A : Chest physical therapy : Comparative efficacy of preoperative and postoperative in the elderly. *Arch Phys*

- Med Rehabil 66 : 376-379, 1985
- 46) Zibrak JD, Rossetti P and Wood E : Effect of reductions in respiratory therapy on patient outcome. *N Engl J Med* 315 : 292-295, 1986
  - 47) Olsen MF, Hahn I, et al : Randomized controlled trial of prophylactic chest physiotherapy in major abdominal surgery. *Br J Surg* 84 : 1535-1538, 1997
  - 48) Senekal M, Eales C, and Becker PJ : Penetrating stab wounds of the chest ; when should chest physiotherapy commence ? *SAJS* 33 : 61-66, 1995
  - 49) Bateman JRM, Newman SP, et al : Regional lung clearance of excessive bronchial secretions during chest physiotherapy in patients with stable chronic airways obstruction. *Lancet* Feb 10, 294-297, 1979
  - 50) Sutton PP, Paker RA, et al : Assessment of the forced expiration technique, postural drainage and directed coughing in chest physiotherapy. *Eur J Respir* 64 : 62-68, 1983
  - 51) Sutton PP, Lopez-Vidriero MT, et al : Assessment of percussion, vibratory-shaking and breathing exercises in chest physiotherapy. *Eur J Respir* 66 : 147-152, 1985
  - 52) Van Hengstum M, Festen C, et al : The effect of positive expiratory pressure versus forced expiration technique on tracheobronchial clearance in chronic bronchitis. *Scand J Gastroenterol* 23 : 114-118, 1988
  - 53) Baldwin DR, Hill AL, et al : Effect of addition of exercise to chest physiotherapy on sputum expectoration and lung function in adults with cystic fibrosis. *Respir Med* 88 : 19-53, 1994
  - 54) Braggion C, Cappelletti LM, et al : Short-term effects of three chest physiotherapy regimens in patients hospitalized for pulmonary exacerbations of cystic fibrosis : cross-over randomized study. *Pediatric pulmonology* 19 : 16-22, 1995
  - 55) Bateman JRM, Newman SP, et al : Is cough as effective as chest physiotherapy in the removal of excessive tracheobronchial secretions? *Thorax* 36 : 683-687, 1981
  - 56) Rossman CM, Waldes R, et al : Effect of chest physiotherapy on the removal of mucus in patients with cystic fibrosis. *Am Rev Respir Dis* 126 : 131-135, 1982
  - 57) Van Hengstum M, Festen C, et al : Conventional physiotherapy and forced expiration manoeuvres have similar effects on tracheobronchial clearance. *Eur Respir J* 1 : 758-761, 1988
  - 58) Mortensen J, Falk M, et al : The effects of postural drainage and positive expiratory pressure physiotherapy on tracheobronchial clearance in cystic fibrosis. *Chest* 100 : 1350-1357, 1991
  - 59) Pavia D, Thomson ML and Phillipakos D : A preliminary study of the effect of a vibrating pad on bronchial clearance. *Am Rev Respir Dis* 113 : 92-96, 1976
  - 60) Mohsenifar Z, Rosenberg N, et al : Mechanical vibratory and conventional chest physiotherapy in outpatients with stable chronic obstructive lung disease. *Chest* 87 : 483-485, 1985
  - 61) Mazzocco MC, Owens GR, et al : Chest percussion and postural drainage in patients with bronchiectasis. *Chest* 88 : 360-363, 1985
  - 62) Wollmer P, Ursing K, et al : Inefficiency of chest percussion in the physical therapy of chronic bronchitis. *Eur J Respir Dis* 66 : 233-239, 1985
  - 63) Brown PM, Manfreda J, et al : The effect of mechanical vibration in patients with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Physio Canada* 39 : 371-374, 1987
  - 64) Gallon A : Evaluation of chest percussion in the treatment of patients with copious sputum production. *Respir Med* 85 : 45-51, 1991
  - 65) Cegla UH und Retzow A : Physiotherapie mit dem VRP 1 bei chronisch obstruktiven Atemwegserkrankungen-ergebnisse einer multizentrischen Vergleichsstudie. *Pneumologie* 47 : 636-639, 1993
  - 66) Konstan MW, Sterm RC and Doershuk CF : Efficacy of the flutter device for airway mucus clearance in patients with cystic fibrosis. *J Pediatr* 124, 689-693, 1994

- 67) Ambrosino N, Galloni C, et al : Oscillating positive expiratory pressure versus postural drainage in patients other than cystic fibrosis. *Ame J Respir Crit Care Med* 149, A 579, 1994
- 68) Oberwaldner B, Evans JC, et al : Forced expirations against a variable resistance ; a new chest physiotherapy method in cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol* 2 : 358-367, 1986
- 69) Tonnesen P and Stovring S : Positive expiratory pressure as lung physiotherapy in cystic fibrosis ; pilot study. *Eur J Respir Dis* 65 : 419-422, 1984
- 70) Steen HJ, Redmond OB, et al : Evaluation of PEP mask in cystic fibrosis *Acta Pediatr Scand* 80 : 51-56, 1991
- 71) Tyrrell JC, Hiller EJ and Martin J : Face mask physiotherapy in cystic fibrosis. *Arch Dis Child* 61 : 598-611, 1986
- 72) Lannefors L and Wallmer P : Mucus clearance with three chest physiotherapy regimes in cystic fibrosis ; a comparison between postural drainage, PEP and physical exercise. *Eur Respir J* 5 : 748-753, 1992
- 73) Osleni L, Midgren B, et al : Chest physiotherapy in chronic obstructive pulmonary disease ; forced expiratory technique combined with either postural drainage or positive expiratory pressure breathing. *Respir Med* 88 : 435-440, 1994
- 74) Kaminska TM and Pearson SB : A comparison of postural drainage and positive expiratory pressure in the domiciliary management of patients with chronic bronchial sepsis. *Physiotherapy* 74 : 251-254, 1988
- 75) Pryor JA, Webber BA, et al : Evaluation of the forced expiration technique as an adjunct to postural drainage in treatment of cystic fibrosis. *Br Med J* 2 : 417-418, 1979
- 76) Reisman JJ, Rivington-Law B, et al : Role of conventional physical therapy in cystic fibrosis. *J Pediatr* 113 : 632-636, 1988
- 77) Bain J, Bishop J and Olinsky A : Evaluation of directed coughing in cystic fibrosis. *Br J Dis Chest* 82 : 138-148, 1988
- 78) Zinman R : Cough versus chest physiotherapy ; a comparison of the acute effects on pulmonary function in patients with cystic fibrosis. *Am Rev Respir Dis* 129 : 182-184, 1984
- 79) Murphy MB, Concannon D and Fitzgald MX : Chest percussion ; help or hindrance to postural drainage. *Irish Med J* 76, 189-190, 1983
- 80) Andreasson B, Jonson B, et al : Long term effects of physical exercise on walking capacity and function in cystic fibrosis. *Acta Pediatr Scand* 76 : 70-75, 1987
- 81) Cerny FJ : Relative effects of bronchial drainage and exercise for in hospital care of patients with cystic fibrosis. *Physical Therapy* 69 : 633-639, 1989
- 82) Zack M, Purrer B and Oberwaldner B : Effect of swimming on forced expiration and sputum clearance in cystic fibrosis. *Lancet* 23 : 1201-1203, 1981
- 83) Salh W, Bilton D, et al : Effect of exercise and physiotherapy in aiding sputum expectoration in adults with cystic fibrosis. *Thorax* 44 : 1006-1008, 1989
- 84) Hardy KA, Wolfson MR, et al : Mechanics and energetics of breathing in newly diagnosed infants with cystic fibrosis ; effect of combined bronchodilator and chest physical therapy. *Pediatr Pulmonol* 6 : 103-108, 1989
- 85) Conway JH, Fleming JS, et al : Humidification as an adjunct to chest physiotherapy in aiding tracheo-bronchial clearance in patients with bronchiectasis. *Respir Med* 86 : 109-114, 1992
- 86) Gils DR, Wagenner JS, et al : Short-term effects of postural drainage with clapping vs autogenic drainage on oxygen saturation and sputum recovery in patients with cystic fibrosis. *Chest* 108 : 952-954, 1995
- 87) Homnick DN, White F and De Castro C : Comparison of effects of an intrapulmonary percussive ventilator to standard aerosol and chest physiotherapy in treatment of cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol* 20 : 50-55, 1995
- 88) Natale JE, Pfeife J, et al : Comparison of

- intrapulmonary percussive ventilation and chest physiotherapy. *Chest* 105 : 1789-1793, 1994
- 89) Maxwell M and Redmond A : Comparative trial of manual and mechanical percussion technique with gravity-assisted bronchial drainage in patients with cystic fibrosis. *Arch Dis Child* 54 : 542-544, 1979
- 90) King M, Phillips DM and Gross D : Enhanced tracheal mucus clearance with high frequency chest wall compression. *Am Rev Respir Dis* 128 : 511-515, 1983
- 91) Flower KA, Eden RI, et al : New mechanical aid to physiotherapy in cystic fibrosis. *Br Med J* 2, 630-631, 1979
- 92) King M, Zidulka A, et al : Tracheal mucus clearance in high frequency oscillation ; effect of peak flow rate bias. *Eur Respir J* 3 : 6-13, 1990
- 93) Thomas J, Dehueck A, et al : To vibrate or not to vibrate ; usefulness of the mechanical vibrator for cleaning bronchial secretions. *Phys Canada* 47 : 120-125, 1995
- 94) Jones AYM, Hutchinson RC and Oh TE : Effects of bagging and percussion on total static compliance of the respiratory system. *Physiotherapy* 78, 661-666, 1992
- 95) Tyler ML : Complication of positioning and chest physiotherapy. *Respir Care* 82 : 458-466, 1982
- 96) Brimioulle S, Maraine JJ, et al : Effects of positioning and exercise on intracranial pressure in a neurosurgical intensive care unit. *Phys Ther* 77 : 1682-1689, 1997
- 97) Young S, Bitsakou H, et al : Coughing can relieve or exacerbate symptoms in asthmatic patients. *Respir Med* 85 : 7-12, 1991
- 98) Ciesla ND : Chest physical therapy for patients in the intensive care unit. *Phys Ther* 76 : 609-625, 1996
- 99) Weissman C, Kemper M, et al : The energy expenditure of mechanical ventilated critically ill patients. *Chest* 86 : 815-818, 1992
- 100) 宮川哲夫：呼吸理学療法の基本手技，並木昭義編，ICUにおける肺理学療法の理論と実際，医学図書出版，1996，pp 61-75
- 101) 立石彰男，鶴田良介 他：人工呼吸中のMOF患者における肺理学療法の効果と安全性，日本集中治療医学会誌 1 : S-136, 1994
- 102) Fieling M : Techniques for pulmonary physical therapy. In *Current physical therapy*. Peat M edted BC Decker Inc Toronto 1988, pp 15-20
- 103) Kolaczowski WL : Chronic obstructive pulmonary disease, a practical review of treatment techniques. *Phys Canada* 29 : 198-202, 1977
- 104) Smith R : One hundred thousand cases of influenza with a death rate of one-fourtieth of that officially reported under conventional medical treatment. *JAOA* 19 : 172-175, 1920
- 105) Miller CE : The lymphatic pump, its application to acute infections. *JAOA* 25 : 443-445, 1926
- 106) Allen TW and Pence TK : The use of the thracic pump in treatment of lower respiratory tract disease. *JAOA* 67 : 408-411, 1967
- 107) Thorpe B : Osteopathic therapy for infection. *Osteopathic Ann* 8 : 253-256, 1980
- 108) Fisher MM, Bowney CJ and Ladd-Hudson K : External chest compression in acute asthma ; a preliminary study. *Crit Care Med* 17 : 686-687, 1986
- 109) Herala M, Gislason T : Chest physiotherapy ; Evaluation by transcutaneous blood gas monitoring. *Chest* 93 : 800-802, 1983
- 110) Kolaczowski WL, Taylor R and Hoffstein V : Improvement in oxygen saturation after chest physiotherapy in patients with emphysema. *Phys Canada* 41, 18-23, 1989
- 111) Barack AL : Application of pressure including exsufflation, in pulmonary emphysema. In *Bronchopulmonary disease*, edted by Naclerio EA and Hoerber PB, Inc Medical Book Department of Harper and Brothers, New York, 1957
- 112) Kolaczowski WL : Chronic obstructive pulmonary disease ; a practical review of treatment techniques. *Phys Canada* 29 : 198-202, 1977
- 113) Baigorri F and Blanch L : Prone position in acute respiratory failure *Crit Care Alert* 5 :

- Aug, 38-40, 1997
- 114) Choi SC and Nelson LD : Kinetic therapy in critically ill Patients ; combined results based on meta-analysis, *J Crit Care* 7 : 57-62, 1992
- 115) Traver GA, Martha L, et al : Continuous oscillation ; Outcome in critically ill patients. *J Crit Care* 10 : 97-103, 1995
- 116) Uzawa Y, Yamaguchi Y, Kaneko N and Miyagawa T : Change in lung mechanics during chest physical therapy techniques, *Respir Care* 42 : 1087, 1997
- 117) 宮川哲夫, 金子教宏 : 排痰手技の気管支鏡所見, *理学療法学* 24 : 561, 1997
- 118) Marini JJ, Pierson DJ and Hudson LD : Acute lobar atelectasis : A prospective comparison of fiberoptic bronchoscopy and respiratory therapy. *Am Rev Respir Dis* 119 : 971-978, 1979
- 119) Jaworski A, Goldberg SK, et al : Utility of immediate postlobectomy fiberoptic bronchoscopy in preventing atelectasis. *Chest* 94 : 38-43, 1988
- 120) Alexander E, Weingarten S and Mohsenifar Z : Clinical strategies to reduce utilization of chest physiotherapy without compromising patient care. *Chest* 110, 430-432, 1996
- 121) Torrington KG and Henderson CJ : Perioperative respiratory therapy (PORT) ; A program of preoperative risk assessment and individualized postoperative care. *Chest* 93 : 946-951, 1988
- 122) Therons JB, Kaelin RM, et al : Influence of the quality of nursing on the duration of weaning from mechanical ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Crit Care Med* 23 : 1807-1815, 1995
- 123) Cohen IL : Weaning from mechanical ventilation ; the team approach and beyond. *Int Care Med* 20 : 317-318, 1994
- 124) Cohen IL, Bari N, et al : Reduction of duration and cost of mechanical ventilation in an intensive care unit by use of a ventilatory management team. *Crit Care Med* 19 : 1278-1284, 1991
-