

原 著

## 肺気腫患者における入浴の呼吸器系に及ぼす影響

中広 一善 村田 朗 金子 泰之 高崎 雄司

**要旨：**重症の肺気腫患者の大部分が、和式浴槽入浴時に呼吸困難感の増強を訴えることはよく知られているが、その機序は明らかでない。そこでわれわれは、在宅酸素療法中の重症肺気腫 (PE) 患者 16 名を酸素吸入量から 2 L/分未満群 (A, 8 名) と 2 L/分以上群 (B, 8 名) の 2 群に分け、健常成人 10 名 (C) を対照群として、臍 (N) 及び肩 (S) 位までの液浸に伴う肺気量の変化と動脈血酸素飽和度 (SaO<sub>2</sub>) を測定した。その結果、液浸位が増すにつれ ERV (予備呼吸量) は有意に低下し、反対に IC (最大吸気量) は増加した。これらの液浸に伴う肺気量の変化率は、閉塞性換気障害の悪化とともに低下した。入浴中の SaO<sub>2</sub> は一連の入浴労作で低下したが、前屈姿勢の回避、労作の緩慢化、腹式呼吸・口すばめ呼吸の励行などの指導により入浴時の SaO<sub>2</sub> 低下は有意に改善した。以上より、1) 液浸による肺気量の変化は、閉塞性換気障害に伴う air trapping により減少し、2) また入浴労作時の SaO<sub>2</sub> 低下には、液浸に伴う換気・血流比不均等の悪化が関与し、3) 適切な入浴指導の有効性が示され、4) 6 分間歩行テスト歩行距離は入浴時の SaO<sub>2</sub> 低下と相関することが示唆された。

**キーワード：**肺気腫、入浴、肺気量、液浸、動脈血酸素飽和度

pulmonary emphysema, bathing, lung volume, immersion, arterial oxygen saturation

## 緒 言

入浴・水泳など液浸が健常人の呼吸機能に及ぼす影響は、これまでに多数の報告で検討されている<sup>1)-9)</sup>。それによると、剣状突起や首の位置など液浸のレベルによって肺気量の変化率は異なり、肺活量 (vital capacity ; VC) に対する機能的残気量 (functional residual capacity ; FRC) は剣状突起レベルで約 10%、首のレベルで約 25% も減少している<sup>2)</sup>。さらに液浸に伴って胸郭内に血液が流入し、肺内血液量が増加する結果、肩のレベルまでの液浸で VC は 10% 近く減少するという<sup>3)</sup>。このような液浸時のさまざまな肺気量の変化は、たとえ健常人でも肺のガス交換に影響するものと予想されるが、残念ながらいまだ詳細は不明である。

一般に肺気腫 (pulmonary emphysema ; PE) 患者では、病態に伴う閉塞性換気障害により日常労作が制限される。さらに病勢が進行すると、わずかな労作を負荷しても、呼吸困難の著明な増強とともに、動脈血酸素飽和度 (arterial oxygen saturation ; SaO<sub>2</sub>) の明らかな低下が観察できる<sup>10)</sup>。特に入浴は、重症の PE 患者が日常で行っている生活労作のうち、排便・着替え、階段昇降などと同様に、最も負荷が強い労作の一つと考えられ<sup>11)</sup>、これは入浴時に重症の PE 患者が呼吸困難の著明な増強

を訴えることから容易に推測される<sup>12)</sup>。この原因は、健常人の液浸時に生じる呼吸機能の変化と同様な変化が、入浴中の PE 患者にも起こると予想されるが、PE 患者に伴う本病態の検討はいまだ行われていないといっても過言ではない。そこで今回われわれは、在宅酸素療法 (home oxygen therapy ; HOT) 中の重症な PE 患者を対象に、入浴に伴う肺気量や SaO<sub>2</sub> の変化を比較・検討したので報告する。

## 対象および方法

## 1. 対象

HOT が既に導入され、最低 3 ヶ月間急性増悪を起こしていない PE 患者 16 名と、対照として心肺疾患の既往のない健常人 10 名を対象に以下の検討を行った。なお、PE 患者は労作時酸素吸入量から、2 L/分未満の群 (A 群, 8 名) と 2 L/分もしくはそれ以上の群 (B 群, 8 名) の 2 群に分けて比較した。

## 2. 方法

## (1) 液浸の呼吸機能に及ぼす影響

対象者は、入浴時と同じ座位の姿勢にて、大気圧下 (atmospheric pressure ; AP) および、39~41 の温水を用いた臍レベルまでの液浸下 (N 位)、肩レベルまでの液浸下 (S 位) において、それぞれ以下に示す測定を行った。

1) パルスオキシメーター (パルスソックス 5, ミノルタ社製) による SaO<sub>2</sub> と脈拍 (pulse rate : PR) の測定。

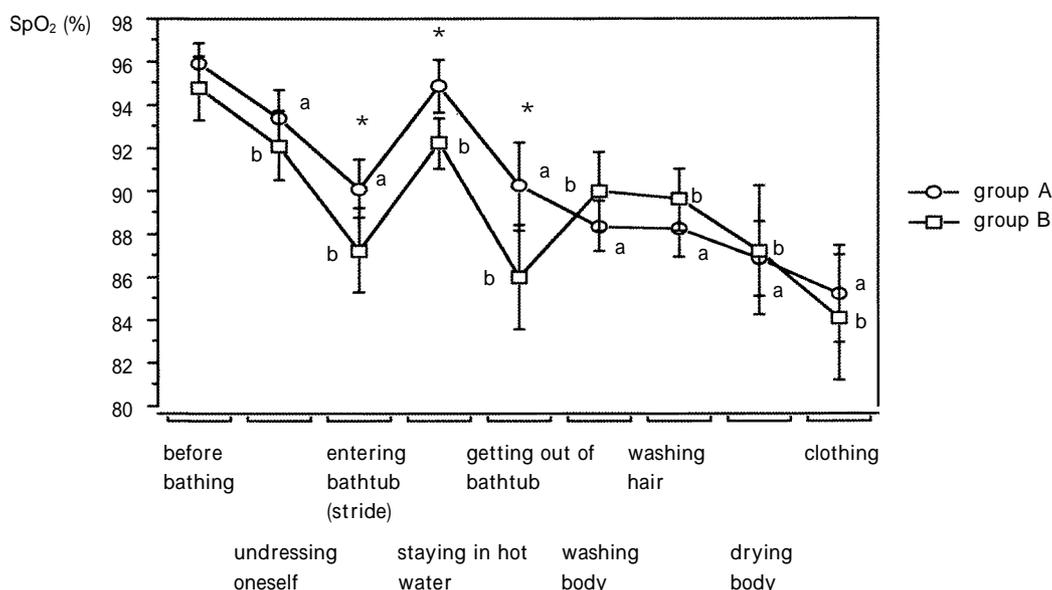


Fig. 1 This figure shows oxygen desaturation in COPD patients during a series of bathing associated movements. Desaturation while immersed ( staying in hot water ) in group B was worse than in group A. n=8, Values are expressed as means ± S.D. \* : p<0.05 for the difference between group A and B. a : p<0.05 for the difference between before bathing and other parameters ( group A ), b : P<0.05 for the difference between before bathing and other parameters ( group B ). Definition of abbreviations : SpO 2=arterial oxygen saturation, measured by pulseoxymeter.

2) 開放回路系 (チェスタック 55, チェスト社製) による FRC 測定 .

3) スパイロメーター (ハンディースパイロ SK 330, ケンツメディコ) による予備呼気量 ( expiratory reserve volume : ERV ), 最大吸気量 ( inspiratory capacity : IC ), VC などの各種肺気量の測定 .

4) 息ごらえ時の換気努力とスパイロメーターで校正したレスピトレース ( Respirocare, 米国 AMI 社製) を用い, 液浸レベルの変更に伴う肺気量変化を測定した . さらに, 収縮期血圧 ( systolic blood pressure : sBP) と拡張期血圧 ( diastolic blood pressure : dBP) も合わせて測定した .

なお, すべての測定は条件の変更後, 最低 3 分間以上経過し, かつ十分に安静が保たれ, 安定していると確認できた時点に行った .

また, 本研究では長さ 72 cm, 幅 51 cm, 高さ 53 cm, 深さ 47 cm の和式浴槽を使用した .

(2) 6 分間歩行テスト

対象となった PE 患者 16 名中 10 名に対して, 6 分間歩行試験を行い, SaO<sub>2</sub>, 歩行距離, 歩行後のボルグ・スケールによる呼吸困難度などを観察した .

(3) 入浴時の一連の労作における SaO<sub>2</sub> 測定

PE 患者 16 名全員に対し, 前述のパルスオキシメーターとビニール袋で防水したフィンガープロブを用い, 医師の監視下で, 入浴時の一連の労作 ( 服を脱ぐ/

浴槽に入る/浴槽に浸かる/浴槽から出る/体を洗う/洗髪する/体を拭く/服を着る/などの行為) に伴う SaO<sub>2</sub>, PR の測定を行った .

(4) 入浴指導後の SaO<sub>2</sub> 測定

一連の入浴労作に伴い, SaO<sub>2</sub> が 85% 以下に低下した PE 患者 8 名に対して, 入浴に伴う労作に関して, 前屈姿勢の回避, 労作の緩慢化, 腹式呼吸・口すぼめ呼吸の励行を指導した後, 後日再び医師の監視下に, 入浴時の一連の労作に伴う SaO<sub>2</sub>, PR の測定を行った .

3. 解析方法

各種測定値の統計学的比較は, 2 群の比較に paired-T test, それ以外の解析には repeated measure ANOVA ( Fig. 1 の a, b ), 2 因子の相関には Pearson's correlation coefficient 法を用い, それぞれ p 値が 0.05 以下を有意差ありと判定した .

成 績

(1) 液浸に伴う変化

a) 健常者

健常者 10 名は全員男性で, 年齢 27.1 ± 1.7 歳, 身長 170.0 ± 4.0 cm, 体重 64.5 ± 11.3 kg, 肺機能は正常であった .

AP から液浸レベルが N 位, S 位へと変化するにつれ, VC は AP 時に比べ, N 位で 0.4%, S 位で 3.1% 減少したが, 著変は認めなかった ( Table. 2 ). しかし ERV は,

Table 1 Patient data pulmonary function tests

		group A	group B	Total
	number	8	8	16
	Sex (M/F)	7/1	7/1	14/2
	Age (y/o)	70.6 ± 3.7	73.5 ± 6.8	71.3 ± 6.4
	Height, cm	159.9 ± 6.4	157.9 ± 7.9	159.3 ± 7.2
	Weight, kg	50.9 ± 8.9	46.8 ± 8.8	47.6 ± 7.8
pulmonary function	VC, L	2.1 ± 0.7	2.0 ± 0.4	2.1 ± 0.6
	%VC	71.6 ± 22.4	67.6 ± 10.5	69.6 ± 17.0
	FEV <sub>1</sub> , L	0.8 ± 0.3	0.7 ± 0.1	0.7 ± 0.2
	%FEV <sub>1</sub> (/pred.)	25.2 ± 8.8	23.4 ± 3.8	24.3 ± 6.6
	RV, L	3.4 ± 0.8	3.7 ± 1.3	3.5 ± 1.1
	RV/TLC	67.0 ± 6.7	69.7 ± 9.0	68.4 ± 7.8
	FRC, L	4.2 ± 0.7	4.2 ± 1.3	4.2 ± 1.0
ABG room air at rest	PH	7.4 ± 0.3	7.4 ± 0.4	7.4 ± 0.4
	PaO <sub>2</sub> (Torr)	60.3 ± 7.1 *	50.5 ± 6.0 *	55.4 ± 8.1
	PaCO <sub>2</sub> (Torr)	41.5 ± 4.4	44.1 ± 5.6	42.8 ± 5.1
	SaO <sub>2</sub>	89.9 ± 4.0 *	84.4 ± 3.9 *	87.2 ± 4.7

group A = patients who inhale less than 2 L/min, oxygen during exercise.

group B = patients who inhale equal to or more than 2 L/min. oxygen during exercise.

Definition of abbreviations :

VC = vital capacity ; FEV<sub>1.0</sub> = forced expiratory volume in one second ;

RV = residual volume ; FRC = functional residual capacity = TLC ; total lung capacity.

Values are expressed as means ± S.D.

\* p < 0.05 for the difference between group A and group B.

Table 2 Changes in lung volume associated with immersion

	VC		ERV		IC		
	S	N	S	N	S	N	
group A	- 5.3 <sup>b</sup>	- 1.1 <sup>b</sup>	- 33.2 <sup>abc</sup>	- 13.7 <sup>b</sup>	17.8 <sup>b</sup>	7.7 <sup>b</sup>	n = 8
group B	- 12.8 <sup>ac</sup>	- 4.6	- 11.2 <sup>c</sup>	- 4.3 <sup>c</sup>	- 13.7 <sup>ac</sup>	- 4.5 <sup>c</sup>	n = 8
total	- 9.0 <sup>ac</sup>	- 2.8	- 22.2 <sup>ac</sup>	- 9.0 <sup>c</sup>	2.1 <sup>c</sup>	1.6 <sup>c</sup>	n = 8
group C	- 3.1	- 0.4	- 47.0 <sup>a</sup>	- 23.5	22.3	12.5	n = 8

S : immersed to the shoulder level. values =  $\frac{\text{shoulder or navel-before bathing}}{\text{before bathing}} \times 100$

N : immersed to the navel level.

group C : control group = healthy adults. (means of all cases)

a : p < 0.05 for the difference between shoulder and navel.

b : p < 0.05 for the difference between group A and B.

c : p < 0.05 for the difference between healthy adults and others (group B total).

N位とS位でそれぞれ23.5%と47.0%減少し、ICは、12.5%と22.3%増加したが、ERVの変化のみに統計学的有意差を認めた(p<0.001)。一方、FRCもAP時3.4LがS位では2.2Lへと有意に減少した(p<0.05)が、SaO<sub>2</sub>はそれぞれ97.9%と98.0%で不変であった。さらに血圧は、sBPが122.6mmHgから107.3mmHgとdBPが71.2mmHgから56.5mmHg、PRは73.0/分から83.7/分へと変化を示し、それぞれの統計学的有意差を示した(p<0.05)。

#### b) 肺気腫患者

対象患者の患者背景をTable 1に示す。A群に比べB群では動脈血酸素分圧及び酸素飽和度が有意に低値を示した(p<0.05)。

PE患者(A群8名とB群8名)の液浸に伴うERV、VC、ICの変化は、Control群と同様であったが、変化率は健常人と大きく異なっていた。

すなわちA群のERVは、APから液浸レベルがN位、S位へと変化するに伴い、AP時に比してN位では13.7

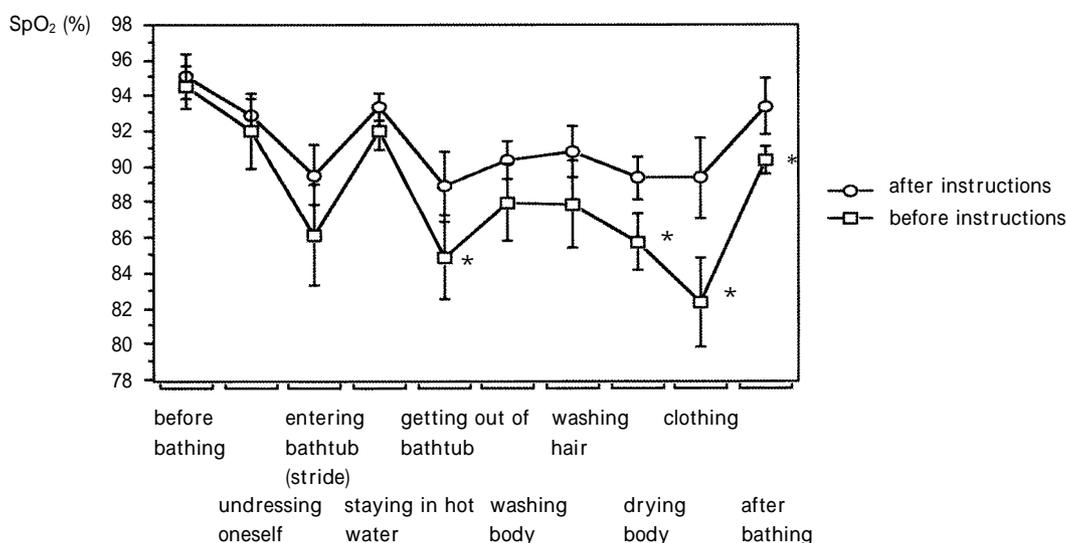


Fig. 2 This figure shows that oxygen desaturation was significantly improved after receiving instructions on bathing.  $n=8$ . Values are expressed as mean  $\pm$  S.D. \*:  $P<0.05$  for the difference between the periods before and after receiving instructions. Definition of abbreviations: SpO<sub>2</sub>: arterial oxygen saturation, measured by pulse oximeter.

%, S位では33.2% ( $p<0.05$ )減少し,一方B群ではN位では4.3%,S位では11.2% (N.S.)の減少をそれぞれ認めた.すなわち液浸レベルがS位の時,このERVの減少率はB群 ( $p<0.001$ )のほうがA群 ( $p<0.05$ )より低値であった.

一方,VCの検討では,同様にA群ではAPから液浸レベルがN位,S位へと変化するに伴い,AP時に比してN位では1.1%,S位では5.3%,B群ではN位では4.6%,S位では12.8%の減少を認めた.ICの検討では,A群ではAP時に比してN位で7.7%,S位17.8%の増加を認め,B群ではN位で4.5%,S位で13.7%の減少を認めた.以上から,S位におけるPE患者全体のVCは,control群に比べて有意に減少し ( $p<0.05$ ),特にB群においては著明な減少が認められた ( $p<0.005$ ).またICは,S位ではA群がcontrol群と同様な増加を認めたものの,B群では逆に13.7%と有意な減少を認めた ( $p<0.001$ ).しかし,VCとICは,N位とS位の比較で,Control群に比しA群においては有意な変化を認めなかったものの,B群では統計学的有意差を示した (VC;  $p<0.001$ , IC;  $p<0.005$ ).

次に,FRCもA群ではAP時に3.9LがS位では3.3Lへ,B群では4.2Lから3.8Lへと有意に減少 ( $p<0.05$ )した.SaO<sub>2</sub>はAPからS位へと進むに従い,A群では95.9%から94.9%と減少傾向を認めたものの有意差は無く,一方B群では94.8%から92.3%と有意に低下した ( $p<0.05$ ).

A群とB群の呼吸困難度に関しては,S位までの液浸によりA群はボルグ・スケールで0(AP時)から2.4

点,B群は0から5.2点とそれぞれ有意差をもって ( $p<0.05$ )呼吸困難度の増強を認めた.また,A群よりもB群において強い呼吸困難を認められた ( $p<0.05$ ).

さらにBP・PRでは,A・B両群間には有意な差を認めなかったが,PE患者全体では,sBPはAP時140.9mmHgからS位で126.3mmHg,dBPはAP時82.5mmHgからS位71.1mmHgへと低下し,またPRは85.6/分から92.8/分へと増加し,それぞれ  $p<0.05$ の統計学的有意差を示した.

### (2) 6分間歩行テスト

10名のPE患者に実施した6分間歩行テストの結果では,歩行距離は%FEV<sub>1.0</sub> ( $r=0.925$ ,  $p<0.05$ )や入浴負荷に伴う最低SaO<sub>2</sub>値 ( $r=0.883$ ,  $p<0.05$ )との間に有意な相関関係を認めた.Fig.3に6分間歩行テスト時の歩行距離と入浴負荷に伴う最低酸素飽和度の回帰曲線を示す.

### (3) 入浴労作時のSaO<sub>2</sub>低下と入浴指導

入浴に伴う様々な一連の労作で,SaO<sub>2</sub>は入浴前(平均値95.3%)に比べ低下した(最低値84.7% (Fig.1)).特にB群ではすべての労作において,有意な低下を認めたが ( $p<0.05$ ),A群では“浴槽に浸かる”の労作においてだけSaO<sub>2</sub>は93.4%へと低下したものの,入浴前の95.1%の比較して有意な低下を認めなかった.A・B両群間の比較では,“浴槽にはいる”,“湯に浸かる”,“浴槽から出る”などの入浴労作時に,B群でSaO<sub>2</sub>の有意な低下を認めた ( $p<0.05$ ).また,入浴労作に関する指導後には,入浴に伴う全ての労作時のSaO<sub>2</sub>は改善した.特にSaO<sub>2</sub>低下を示した“浴槽から出る”労作ではSaO<sub>2</sub>

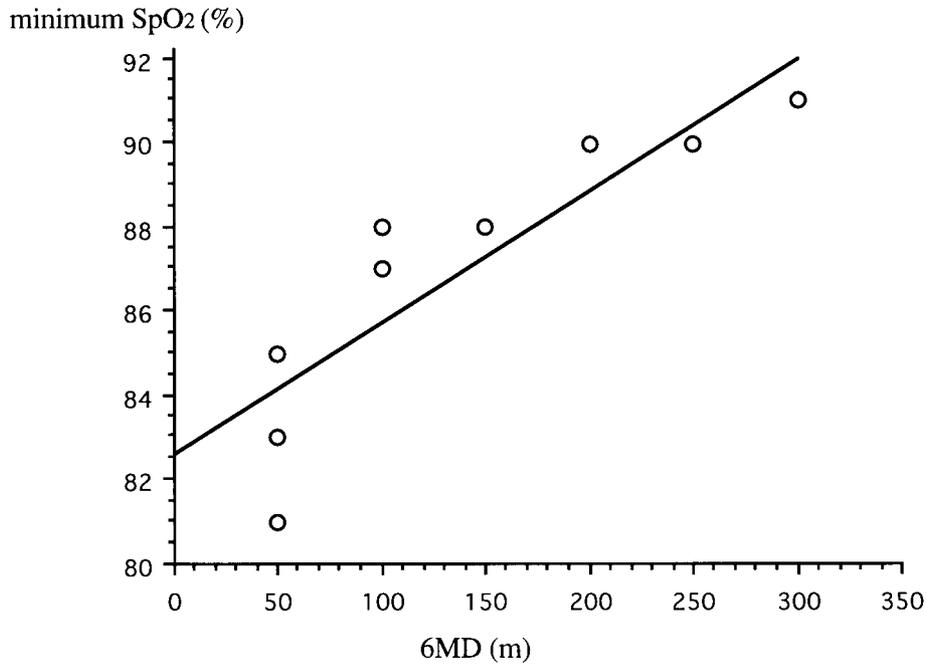


Fig. 3 The relationship between the distance walked in for 6 minutes ( 6 MD ) and minimum arterial oxygen saturation during bathing maneuver. The horizontal line indicates 6 MD, the vertical shows the minimum SpO<sub>2</sub> during bathing movements, as noted in this figure, there is a statistical significance between them. When all data were plotted, a good correlation was obtained (  $y=82.6+0.03x$ ,  $r=0.883$ ,  $p<0.05$ ,  $n=10$  ). Definition of abbreviations : SpO<sub>2</sub>=arterial oxygen saturation, measured by pulse oxymeter. 6 MD=Distance walked in 6 minutes.

が指導前 84.9% から指導後には 88.9% に, “ 体を洗う ” 労作では 88.0% が 90.4% に, “ 着衣を行う ” 労作では 82.4% が 89.4% と統計学的に有意な SaO<sub>2</sub> の改善を示した (  $p<0.05$  ) ( Fig. 2 ).

## 考 察

三上は肺気腫患者における入浴時の肺気量変化について観察し, 液浸時の呼吸困難の程度と肺気量の変化のパターンが異なることを報告した<sup>10)</sup>. これに対し, われわれは液浸時の肺気量変化や入浴労作時の SaO<sub>2</sub> 低下が, 肺気腫の重症度に関係するものと推測し, 本研究を行った. したがって本研究では, 重症度と相関すると思われる労作時酸素吸入流量を基に, 重症 PE 患者を 2 L/分未満群 ( A 群 ) と 2 L/分以上群 ( B 群 ) の 2 群に分け, 液浸の呼吸機能に及ぼす影響を解析した. この結果, PE 患者の液浸に伴う各種肺気量の変化率は健康人に比べ, 閉塞性換気障害の悪化とともに低下すること, 液浸や一連の入浴労作に伴う SaO<sub>2</sub> は, 健康人で不変だが, PE 患者では低下したこと, 特に閉塞性換気障害の強い B 群では SaO<sub>2</sub> の有意な低下を認めたことなどが示された. しかしながら, 入浴労作の方法を指導することにより, 入浴時の SaO<sub>2</sub> 低下を抑制することが可能であることも観察できた.

### 1. 液浸に伴う肺気量の変化

液浸や入浴時には, 静水圧が特に腹壁を内側へと偏位させ, 横隔膜を挙上させるとともに, 胸壁も内側に偏位する結果, 各種肺気量が変化すると考えられている<sup>1)-9)</sup>. 特に, 本研究の健康人の成績に示すように, 液浸に伴う ERV 減少は今までの報告と同様著しく, これが FRC 減少, IC 増加を引き起こすものと思われる. 健康人では液浸時, ERV は減少するものの IC は増加するため VC の変化はわずかだが, 減少傾向を示すとの報告が多い<sup>1)10)</sup>. この VC のわずかな減少は, 液浸に伴って胸郭内に多量の血液が流入し, これが肺内血液量を増加させることに由来すると考えられている<sup>3)</sup>. 液浸に伴う健康人の肺気量に対するこのような各種肺気量の変化は, PE 患者にも観察されるはずだが, 現在までこの病態を詳細に解析した報告は極めて少ない<sup>10)13)</sup>. 三上によれば, PE 患者を入浴時呼吸困難が増悪する群 ( 増悪群 ) としない群 ( 非増悪群 ) に PE 患者を分け, 入浴に伴うさまざまな肺気量の変化を観察した結果, 液浸に伴う増悪群の ERV 減少率は非増悪群に比べて少なく, それぞれ 19.5% と 33.3% であったと述べている<sup>10)</sup>. 今回の観察によれば, 肩までの液浸に伴う A 群と B 群の ERV 減少率は, それぞれ 33.2% と 11.2% であった. すなわち, 液浸時の ERV 減少率は, 今回の A 群と三上の非増悪群でほぼ

同じ値をとる一方、B群では増悪群に比べやや低値を示しているものの、ほぼ同程度の重症度を有するPE患者を被検者にして、解析したものと思われる。このことは、液浸に伴うERV減少率が低値な患者ほど、高度な気道のair trappingを伴うために、%FEV 1.0がより低値を示し、重症なPEである可能性が高いことを示唆している。また、重症なPE患者では見かけ上の“胸郭のコンプライアンス”が低下するため、このことも液浸時の肺気量変化に影響を及ぼすものと考えられる。

### 2. 液浸時のガス交換

肺におけるガス交換への液浸の影響は、いまだ解明されていない。従って今回は、SaO<sub>2</sub>測定を通し、液浸時のガス交換能の変化の有無を比較・検討した。この結果、液浸時のSaO<sub>2</sub>は健常人では不変だが、PE患者では明らかに低下した。言い換えれば、液浸はPE患者のガス交換を明らかに障害することを示唆している。今回の検討から、この病態を詳細に解明できなかったが、SaO<sub>2</sub>低下がA群に比し閉塞性換気障害のより高度なB群で著明なこと、PEのガス交換障害の主因が換気・血流比の不均等分布に基づくことなどから、PE患者における液浸時のSaO<sub>2</sub>の悪化は、胸郭内血液量の増加が主に換気・血流比の不均等分布を増悪させることに基づくものと思われるが、詳細な解析は今後の検討を待つ必要がある。

今回の検討から、入浴時のガス交換障害の程度と、6分間歩行テスト時の歩行距離の間に有意な相関関係が認められた。特に、200 m以上の歩行が不可能なPE患者では、入浴中にSaO<sub>2</sub>が著明に低下する可能性を示唆している。このことは、閉塞性換気障害が悪化するほど液浸時のガス交換能を悪化させること、従って、6分間歩行テストが入浴時のガス交換障害を予測する上で極めて有用で、かつ200 m以上歩行できない患者では入浴時の低酸素血症悪化に対する何らかの対策が必要なことを意味している。

### 3. PE患者における入浴指導の重要性

慢性呼吸不全患者における入浴指導の改善効果についてはいくつか報告があり<sup>14)15)</sup>、疾患別、重症度別などに分類することにより入浴時の呼吸困難度・SaO<sub>2</sub>が改善したと述べている。しかし、これらの報告ではSaO<sub>2</sub>の改善度に統計学的有意差を認めていなかった。今回の検討では、入浴中の前屈姿勢の回避、労作の緩慢化、腹式呼吸・口すぼめ呼吸の励行を指導した結果、重篤なPE患者の入浴に伴う低酸素血症は有意に改善しており、この観察結果はPE患者にとって入浴指導が如何に有用かを示している。

以上まとめると、液浸時のPE患者観察された呼吸困難の増悪や、より重症なPE患者に伴う低酸素血症には、

以下の機序の関与が示唆された。すなわち、前者はair trappingにともなう胸郭+肺のメカニックスの変化に基づくこと、後者は胸郭+肺のメカニックスの変化とともに、重症例ほど増加した胸郭内血流量が換気・血流比不均等を増悪させるものと思われた。加えて、適切な入浴指導を行えば、換気・血流比不均等の増悪を防止することが可能で、入浴中の低酸素血症を防ぐことも可能なことが示された。

謝辞：稿を終えるにあたり、直接御指導いただいた日本医科大学第四内科工藤翔二教授ならびに東京都老人医療センター呼吸器科部長木田厚瑞先生に深謝致します。

なお、本研究は、公害健康被害補償予防協会から委託を受けて実施したものである。

また、この論文の要旨は、第37回日本胸部疾患学会総会1997/4/10において口頭発表したものである。

## 文 献

- 1) Agostoni E, Hyatt RE: Static behavior of the respiratory system. In: Macklem P, Mead J, eds, Handbook of Physiology, Mechanics of Breathing, part 1, Bethesda, 1987: 113-130.
- 2) Agostoni E, Gurtner G, Torri G, et al: Respiratory mechanics during submersion and negative-pressure breathing. J Appl Physiol 1966; 21: 251-258.
- 3) Hong SK, Ting EY, Rahn H: Lung volumes at different depth of submersion. J Appl Physiol 1960; 15: 550-553.
- 4) Craig AB Jr, Dvorak M: Effect of immersion and pressure breathing on vital capacity and expiratory reserve volume of the lungs. J Appl Physiol 1975; 38: 5-9.
- 5) Robertson CH Jr, Engle CM, Bradley ME: Lung volumes in man immersed to the neck: Dilution and plethysmographic techniques. J Appl Physiol 1978; 44: 679-682.
- 6) Craig AB Jr, Ware DE: Effect of immersion in water on vital capacity and residual volume of the lungs. J Appl Physiol 1967; 23: 423-425.
- 7) Prefaut C, Lupi-H E, Anthonisen NR: Human lung mechanics during water immersion. J Appl Physiol 1976; 40: 320-323.
- 8) Hong SK, Cerretelli P, Cruz JC, et al: Mechanics of respiration during submersion in water. J Appl Physiol 1969; 27: 535-538.
- 9) Jarrett AS: Effect of immersion on intrapulmonary pressure. J Appl Physiol 1965; 20: 1261-1266.
- 10) 三上理一郎: 慢性肺気腫患者にみられた入浴現象の話. 呼吸 1991; 10: 986-988.

- 11) 工藤翔二, 村田 朗, 中広一善, 他: 高齢・重症の慢性閉塞性肺疾患患者の日常生活及び保健指導のあり方に関する研究. 木田厚瑞研究班, 1995年度公害健康被害補償予防協会委託業務報告書 1996: 87-94.
- 12) 熊谷美穂, 西川春江, 早川とく江, 他: 在宅酸素療法患者の入浴動機・形態・呼吸循環変化. 日呼吸誌 1995; 4: 145-149.
- 13) 金尾顕郎, 辻 英次, 大久保衛, 他: COPD患者の肺機能諸量に対する静水圧の影響. 理学療法学 1994; 21: 458.
- 14) 大宅由加利, 石上陽子, 岩永知秋, 他: 慢性呼吸器疾患患者の入浴動作における疾患別傾向および動作と呼吸の観点からみた指導法の検討. 日呼吸誌 1995; 5: 106-111.
- 15) 木谷千尋, 戸谷千鶴子, 岩田敬子, 他: 慢性呼吸不全患者における入浴指導の検討. 日呼吸誌 1996; 6: 86-90.

### Abstract

#### Effects of Bathing on Lung Mechanics in Patients with Severe COPD

Kazuyoshi Nakahiro, Akira Murata, Yasuyuki Kaneko and Yuji Takasaki

Fourth Department of Internal Medicine, Nippon Medical School,  
Sendagi 1-1-5, Bunkyo-ku, 113-0022, Tokyo, Japan

Although it is well known that the majority of patients with severe COPD complain of exacerbated dyspnea while taking a Japanese-style bath, the mechanism has not been elucidated. We therefore investigated changes in lung volume (LV) and SaO<sub>2</sub> in 16 seated patients with severe COPD, receiving treated with home oxygen therapy (HOT), and in 10 healthy subjects (C) immersed to the navel (N) and to the shoulder (S). We then subdivided the COPD patients into 2 groups, A and B. Group A was composed of patients taking less than 2 L oxygen/min, while group B was taking equal to or greater than 2 L oxygen/min. Expiratory reserve volume (ERV) decreased with statistical significance ( $p < 0.05$ ) while inspiratory capacity (IC) substantially increased as immersion progressed. However, changes in LV were smaller, as obstructive ventilatory changes progressed. It also appeared that a significant O<sub>2</sub> desaturation occurred in patients with COPD when movement was associated with taking a bath. The drop in SaO<sub>2</sub> during bathing was significantly improved after patients received instructions concerning posture, slow movements, and pursed-lip breathing. These findings suggest that immersion, such as when taking a Japanese-style bath, 1) may change various LV to a lesser degree than in healthy subjects because of previously existent airway obstruction in COPD, 2) may aggravate arterial desaturation through further impairment of the VA/Q imbalance, 3) instructions for COPD patients could improve, their condition while bathing and, 4) the 6 minute walking distance (6 MD) might be important in predicting the severity of arterial desaturation while COPD patients are immersed.