
研究業績報告集

2013（平成 25）年度 日本光電循環器病研究助成

公益財団法人 循環器病研究振興財団

* 総目次 *

No	研 究 課 題	研 究 代 表 者	頁
1	PCPSシステムにおけるキャビテーションによる気泡発生の検討	藤井 順也	1
2	人工呼吸器ケアの質の向上と安全のためのケアプロセス・チェックリストの開発	築田 誠	10

PCPS システムにおけるキャビテーションによる 気泡発生 の 検討

国立病院機構 大阪医療センター 臨床工学技士

藤井 順也

I. 緒 言

経皮的心肺補助法 (PCPS : Percutaneous Cardio Pulmonary Support system) は、クリティカルケア領域で心肺機能の補助として広く用いられている。PCPS では、患者から脱血した静脈血が遠心ポンプに送られ、そこから人工肺で酸素化されたのち患者の動脈へ返血される。その際、遠心ポンプ内では、プロペラが高速で回転することにより生まれる遠心力を利用して血液を送りだしているが、ひとたび脱血不良の状態におかれるとキャビテーションによる気泡発生を誘発することは広く知られている¹⁾²⁾³⁾。しかし、臨床上 PCPS 使用中の脱血不良は避けられない事象である。閉鎖型回路である PCPS において回路内に空気が混入すると、脳などの毛細血管へ直接送られ重篤な空気塞栓症を引き起こす危険性があるが、キャビテーションによる気泡は目視で確認できないほど小さいため⁴⁾⁵⁾放置されることが多く、その危険性が重要視されていない。本研究ではキャビテーションによる気泡発生の程度、PCPS の設定条件との関連性を検討したので報告する。

II. 方 法

1. 実験回路

実験回路図を図 1 に示す。実験溶液には、模擬

血液としてグリセリン (分子量 92Da,和光純薬,大阪) を Reverse Osmosis water (RO 水) に溶解し、40vol%グリセリン水溶液になるように調整した。PCPS 回路は、熱交換器付回路 (テルモ EBS 回路、テルモ株式会社、東京) 使用し、気泡計測器 (ultrasonic Bubble Detector CMD-20, Hatteland Inc, norway) を用いて、遠心ポンプ入口側 (脱血側) と人工肺出口側 (送血側) にて発生する気泡を測定した。閉塞率の調整には、オクルーダー (HAS II - RE, 泉工医科工業, 埼玉) を使用。送脱血カニューレは、経皮的挿入カニューレ (カニューレ (CBAS), Medtronic Inc, 米国) 脱血 23Fr、送血 15Fr、17Fr、19Fr を使用した。また、回路内には、十分な除泡を行うためリザーバーを設置した。

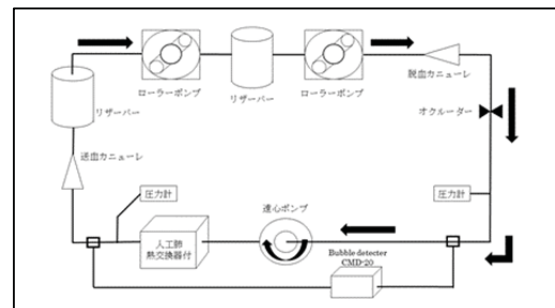


図 1 実験回路構成

2. 実験条件

実験の各種条件の組合せを図2に示す。基本条件として、人工肺に流すガス (Flow : 3.0L/min、FiO₂ : 60%)、回路内温度を 36.0℃に設定し、これを基に Flow、FiO₂、温度を1つずつ変化させた。これに遠心ポンプの回転数と回路閉塞率の各種条件を変化させた全ての組合せ 375 通りについて、送血管の3サイズ (15、17、19Fr) の変更を加えた 975 通り全てにおける気泡発生についてのデータ採取を行った。各々の詳細に付いては以下に述べる。

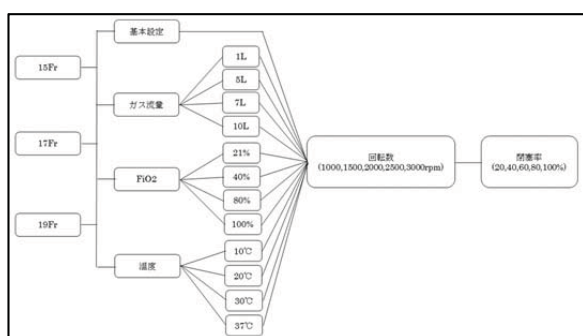


図2 実験条件フローチャート

2-1. ガス条件と温度変化

人工肺に流すガス流量を 1、3、5、7、10L/min の5段階に変化をさせ、同様に FiO₂ も 21、40、60、80、100%の5段階に変化させた。また、回路内温度についても 10、20、30、36、37℃の5段階に変化させた。

ただし、1つの条件を変更する際は他の条件を基本条件に戻すこととした。

2-2. 回転数と閉塞率の変化

回転数は、1000 から 3000rpm まで 500rpm ごとの5段階に変化させ、同様に回路の閉塞率についても 20~100%までの20%ごとの5段階について変化させた。気泡測定条件は、全ての組合せについて10秒間とし各々5回ずつ測定した。

III. 結果

各種条件における測定結果を表1に示す。気泡 (バブル) 発生については、ガス条件や温度変化に比べ回転数と閉塞率を変化させた場合に発生率が高かった。また、脱血側と送血側では、脱血側でより多くのバブル数を認めたため脱血側

での回転数と閉塞率を基に気泡発生条件を整理し、ガス条件と温度変化について解析を行った。また、脱血側と送血側でのバブル数との関係性については、人工肺での気泡除去との関係が考えられるため別途解析を行った。詳細を以下に示す。

1. 回転数と閉塞率が気泡発生におよぼす影響

回転数とバブル数の関係を図3に示す。回転数とバブル数の関係を見ると送血管の太さに関係なく回転数の増加にともないバブルの数は正比例的に増加し、2500rpm 以上では明らかなバブル発生を認める傾向が強かった。また、閉塞率別にみると閉塞率を増すごとにバブル数は増加し、その後閉塞率 80%で最大を迎え閉塞率 100%では収束する結果となった。しかし、バブル発生時のバブル数にはバラつきがあり、他の条件が関与することを示唆する結果となった。

2. 回転数と模擬血液流量の関係

回転数と模擬血液流量の関係性を図4に示す。回転数と流量の関係を見ると閉塞率や送血管の太さに関係なく全ての条件において回転数の増加に伴い流量の増加を認めた。また、これらの関係性について回帰分析を行ったところ高い寄与率を示し強い正の相関を示す結果となった。

3. 係数とバブル数の関係

回転数と流量の関係性において強い正の相関を認めたことから流量を回転数で除して求められたものを係数とし、係数とバブル数の関係性について図5に示した。図5における回転数については図3より明らかなバブル発生を認めた回転数 2500rpm 以上での関係性についてのみ示している。図5よりバブル数が多く発生する係数値は 0.8~1.4 (mL / rpm · min) の範囲で集中しており、回転数と流量の2つの要素を含む係数がバブル数におよぼす影響に大きく関与することが示された。また、送血側と脱血側での比較においてもバブル数での若干の差は認められるもののバブルの発生する係数範囲については同値を示す結果となった。

表 1 各条件における測定結果

11PF-C基本検査				11PF-C基本検査				11PF-C基本検査			
図形表 (ppm)	周遊率 (%)	解道個(パノルマ) (mean±SD)	迷道個(パノルマ) (mean±SD)	図形表 (ppm)	周遊率 (%)	解道個(パノルマ) (mean±SD)	迷道個(パノルマ) (mean±SD)	図形表 (ppm)	周遊率 (%)	解道個(パノルマ) (mean±SD)	迷道個(パノルマ) (mean±SD)
1000	80	0±0	0±0	1000	80	0±0	0±0	1000	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0±0	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	0±0	0±0		60	0±0	0±0
	80	0±0	0±0		80	0±0	0±0		80	0±0	0±0
	100	0±0	0±0		100	0±0	0±0		100	0±0	0±0
1500	80	0±0	0±0	1500	80	0±0	0±0	1500	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0±0	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	0±0	0±0		60	0±0	0±0
	80	0±0	0±0		80	0±0	0±0		80	0±0	0±0
	100	0±0	0±0		100	0±0	0±0		100	0±0	0±0
8000	80	0±0	0±0	8000	80	0±0	0±0	8000	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0±0	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	0±0	0±0		60	0±0	0±0
	80	0±0	0±0		80	0±0	0±0		80	0±0	0±0
	100	0±0	0±0		100	0±0	0±0		100	0±0	0±0
8500	80	0±0	0±0	8500	80	0±0	0±0	8500	80	1.2±0.7	0±0
	40	0±0	0±0		40	0±0	0±0		40	1.2±0.7	0±0
	60	0±0	0±0		60	0±0	0±0		60	1.2±0.7	0±0
	80	5.4±0.9	0±0		80	0.4±0.3	0±0		80	0±0	0±0
	100	7.4±0.9	0±0		100	0.8±0.7	0±0		100	7.6±1.6	2.7±0.2
9000	80	0±0	0±0	9000	80	2.4±0.4	0±0	9000	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	2.3±0.7	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	5.4±0.9	0±0		60	0±0	0±0
	80	4.7±0.9	2.8±0.3		80	3.2±0.5	2.6±0.5		80	4.9±0.7	7.1±1.4
	100	1.2±0.2	5.4±0.5		100	2.2±0.3	2.6±0.3		100	1.7±0.2	6.2±0.8

11PF-C-FOR検査(1)				11PF-C-FOR検査(1)				11PF-C-FOR検査(1)			
図形表 (ppm)	周遊率 (%)	解道個(パノルマ) (mean±SD)	迷道個(パノルマ) (mean±SD)	図形表 (ppm)	周遊率 (%)	解道個(パノルマ) (mean±SD)	迷道個(パノルマ) (mean±SD)	図形表 (ppm)	周遊率 (%)	解道個(パノルマ) (mean±SD)	迷道個(パノルマ) (mean±SD)
1000	80	0±0	0±0	1000	80	0±0	0±0	1000	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0±0	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	0±0	0±0		60	0±0	0±0
	80	0±0	0±0		80	0±0	0±0		80	0±0	0±0
	100	0±0	0±0		100	0±0	0±0		100	0±0	0±0
1500	80	0±0	0±0	1500	80	0±0	0±0	1500	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0±0	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	0±0	0±0		60	0±0	0±0
	80	0±0	0±0		80	0±0	0±0		80	0±0	0±0
	100	0±0	0±0		100	0±0	0±0		100	0±0	0±0
8000	80	0±0	0±0	8000	80	0±0	0±0	8000	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0±0	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	0±0	0±0		60	0±0	0±0
	80	0±0	0±0		80	0.4±0.3	0±0		80	0±0	0±0
	100	0±0	0±0		100	0.6±0.2	0±0		100	0±0	0±0
8500	80	0±0	0±0	8500	80	0.4±0.3	0±0	8500	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0.2±0.4	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	0.8±0.4	0±0		60	0±0	0±0
	80	0.2±0.2	0±0		80	4.2±0.7	0±0		80	1.0±0.7	0±0
	100	1.0±0.2	0.8±0.7		100	1.2±0.4	1.0±0.5		100	1.3±0.9	2.6±0.3
9000	80	0±0	0±0	9000	80	0.8±0.4	0±0	9000	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0.8±0.4	0±0		40	0.8±0.5	0±0
	60	0±0	0±0		60	1.8±0.9	0±0		60	0.8±0.4	0±0
	80	7.6±0.9	4.9±0.9		80	12.8±1.8	15.4±1.4		80	3.6±1.0	6.0±0.6
	100	1.8±0.3	4.6±0.7		100	6.9±0.8	3.0±0.3		100	1.4±0.8	4.6±0.3

11PF-C-FOR検査(2)				11PF-C-FOR検査(2)				11PF-C-FOR検査(2)			
図形表 (ppm)	周遊率 (%)	解道個(パノルマ) (mean±SD)	迷道個(パノルマ) (mean±SD)	図形表 (ppm)	周遊率 (%)	解道個(パノルマ) (mean±SD)	迷道個(パノルマ) (mean±SD)	図形表 (ppm)	周遊率 (%)	解道個(パノルマ) (mean±SD)	迷道個(パノルマ) (mean±SD)
1000	80	0±0	0±0	1000	80	0±0	0±0	1000	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0±0	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	0±0	0±0		60	0±0	0±0
	80	0±0	0±0		80	0±0	0±0		80	0±0	0±0
	100	0±0	0±0		100	0±0	0±0		100	0±0	0±0
1500	80	0±0	0±0	1500	80	0±0	0±0	1500	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0±0	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	0±0	0±0		60	0±0	0±0
	80	0±0	0±0		80	0±0	0±0		80	0±0	0±0
	100	0±0	0±0		100	0±0	0±0		100	0±0	0±0
8000	80	0±0	0±0	8000	80	0±0	0±0	8000	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0±0	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	0±0	0±0		60	0±0	0±0
	80	0±0	0±0		80	2.8±1.9	0±0		80	0±0	0±0
	100	7.8±0.2	0±0		100	6.5±0.9	0.8±0.2		100	11.4±1.9	6.3±0.3
8500	80	0±0	0±0	8500	80	5.8±1.6	0±0	8500	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	2.4±1.4	0±0		40	0.8±0.5	0±0
	60	0±0	0±0		60	1.7±1.0	0±0		60	3.2±1.0	0±0
	80	4.8±0.8	5.2±1.0		80	10.8±1.8	7.6±0.9		80	4.4±1.5	4.6±1.0
	100	2.0±0.8	6.2±1.1		100	2.0±1.7	3.8±1.0		100	2.6±1.6	4.9±1.4

11PF-C-FOR検査(3)				11PF-C-FOR検査(3)				11PF-C-FOR検査(3)			
図形表 (ppm)	周遊率 (%)	解道個(パノルマ) (mean±SD)	迷道個(パノルマ) (mean±SD)	図形表 (ppm)	周遊率 (%)	解道個(パノルマ) (mean±SD)	迷道個(パノルマ) (mean±SD)	図形表 (ppm)	周遊率 (%)	解道個(パノルマ) (mean±SD)	迷道個(パノルマ) (mean±SD)
1000	80	0±0	0±0	1000	80	0±0	0±0	1000	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0±0	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	0±0	0±0		60	0±0	0±0
	80	0±0	0±0		80	0±0	0±0		80	0±0	0±0
	100	0±0	0±0		100	0±0	0±0		100	0±0	0±0
1500	80	0±0	0±0	1500	80	0±0	0±0	1500	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0±0	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	0±0	0±0		60	0±0	0±0
	80	0±0	0±0		80	0±0	0±0		80	0±0	0±0
	100	0±0	0±0		100	0±0	0±0		100	0±0	0±0
8000	80	0±0	0±0	8000	80	0±0	0±0	8000	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0±0	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	0±0	0±0		60	0±0	0±0
	80	0±0	0±0		80	0±0	0±0		80	0±0	0±0
	100	0±0	0±0		100	0±0	0±0		100	0±0	0±0
8500	80	0±0	0±0	8500	80	0±0	0±0	8500	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	2.8±1.5	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	2.2±1.2	0±0		60	0±0	0±0
	80	0±0	0±0		80	3.2±0.4	0±0		80	0±0	0±0
	100	2.3±0.4	0±0		100	6.2±0.9	0±0		100	11.6±2.5	22.6±4.3
9000	80	0±0	0±0	9000	80	0.4±0.1	0±0	9000	80	0±0	0±0
	40	0±0	0±0		40	0.4±0.1	0±0		40	0±0	0±0
	60	0±0	0±0		60	3.9±1.3	0±0		60	5.9±0.3	0±0
	80	7.1±0.1	5.0±0.7		80	2.6±0.5	4.6±0.7		80	4.1±0.7	8.4±0.8
	100	3.3±0.8	6.9±1.1		100	1.6±0.7	4.0±0.8		100	3.5±0.7	10.8±1.4

15Fr ガス流量 10L n=5				17Fr ガス流量 10L n=5				19Fr ガス流量 10L n=5			
回転数 (rpm)	同基率 (%)	脱血率 (mean±SD)	逆血率 (mean±SD)	回転数 (rpm)	同基率 (%)	脱血率 (mean±SD)	逆血率 (mean±SD)	回転数 (rpm)	同基率 (%)	脱血率 (mean±SD)	逆血率 (mean±SD)
1000	20	0±0	0±0	1000	20	0±0	0±0	1000	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
1500	20	0±0	0±0	1500	20	0±0	0±0	1500	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
2000	20	0±0	0±0	2000	20	0.4±0.5	0±0	2000	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	1±1.1	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0.6±0.8	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0.8±0.7	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0.8±1.2	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
2500	20	0±0	0±0	2500	20	0±0	0±0	2500	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	1.2±1.6	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	2±2.2	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	4.6±2	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	2.2±1.7	0±0	0±0	100	12.8±2.1	1±0.6	0±0	100	8.6±3.9	0±0	0±0
3000	20	0±0	0±0	3000	20	3.4±2.9	0±0	3000	20	11±4.9	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	2.6±0.8	0±0	0±0	40	14.6±7	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	15±10.7	0±0	0±0	60	16.6±5.2	0±0	0±0
80	71.2±4.4	46.6±17.7	0±0	80	80.6±10.6	42.6±13.3	0±0	80	65.2±10.5	71.2±5.8	0±0
100	29.4±2.2	62±6	0±0	100	22.4±4.5	40.8±6.6	0±0	100	49.4±17.2	39.8±2.7	0±0

15Fr 流量 10℃ n=5				17Fr 流量 10℃ n=5				19Fr 流量 10℃ n=5			
回転数 (rpm)	同基率 (%)	脱血率 (mean±SD)	逆血率 (mean±SD)	回転数 (rpm)	同基率 (%)	脱血率 (mean±SD)	逆血率 (mean±SD)	回転数 (rpm)	同基率 (%)	脱血率 (mean±SD)	逆血率 (mean±SD)
1000	20	0±0	0±0	1000	20	0±0	0±0	1000	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
1500	20	0±0	0±0	1500	20	0±0	0±0	1500	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
2000	20	0±0	0±0	2000	20	0±0	0±0	2000	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
2500	20	0±0	0±0	2500	20	0±0	0±0	2500	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
3000	20	0±0	0±0	3000	20	0±0	0±0	3000	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	30±3	8.4±2.2	0±0	60	2.6±3.2	0±0	0±0
80	86.6±17.2	42.2±9	0±0	80	68.8±2.4	84.4±2.9	0±0	80	2±1.3	2.2±2.6	0±0
100	55±7.9	92.8±24.3	0±0	100	31.4±4.4	81.4±6	0±0	100	3.2±2.3	2.2±2.2	0±0

15Fr 流量 20℃ n=5				17Fr 流量 20℃ n=5				19Fr 流量 20℃ n=5			
回転数 (rpm)	同基率 (%)	脱血率 (mean±SD)	逆血率 (mean±SD)	回転数 (rpm)	同基率 (%)	脱血率 (mean±SD)	逆血率 (mean±SD)	回転数 (rpm)	同基率 (%)	脱血率 (mean±SD)	逆血率 (mean±SD)
1000	20	0±0	0±0	1000	20	0±0	0±0	1000	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
1500	20	0±0	0±0	1500	20	0±0	0±0	1500	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
2000	20	0±0	0±0	2000	20	0±0	0±0	2000	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
2500	20	0±0	0±0	2500	20	0±0	0±0	2500	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	4.2±4.8	4±5.7	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	6.8±2.3	27.4±12.2	0±0
3000	20	3±3.1	2±1.3	3000	20	0±0	0±0	3000	20	3±1.7	11.8±5.7
40	2.4±1.7	1.6±1.4	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	20.4±5.4	19.4±4.9	0±0
60	7.6±4.3	4.2±2.1	0±0	60	34±5.4	9.2±1.9	0±0	60	30.4±3.7	17.8±5.3	0±0
80	10.2±7.1	3±3.3	0±0	80	68.4±6	87.2±4.3	0±0	80	75.4±3.9	58.2±11.5	0±0
100	22.6±7	88.4±6.8	0±0	100	31.8±6.6	89.6±3.8	0±0	100	42.4±4.9	91.2±9.2	0±0

15Fr 流量 30℃ n=5				17Fr 流量 30℃ n=5				19Fr 流量 30℃ n=5			
回転数 (rpm)	同基率 (%)	脱血率 (mean±SD)	逆血率 (mean±SD)	回転数 (rpm)	同基率 (%)	脱血率 (mean±SD)	逆血率 (mean±SD)	回転数 (rpm)	同基率 (%)	脱血率 (mean±SD)	逆血率 (mean±SD)
1000	20	0±0	0±0	1000	20	0±0	0±0	1000	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
1500	20	0±0	0±0	1500	20	0±0	0±0	1500	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
2000	20	0±0	0±0	2000	20	0±0	0±0	2000	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	1.6±1.4	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	1.4±1	0±0	0±0
2500	20	0±0	0±0	2500	20	1.2±1	0±0	2500	20	0±0	0±0
40	0.8±0.4	0±0	0±0	40	0.2±0.4	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	4.2±0.7	0±0	0±0	60	1.6±2.2	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	11.6±4.8	0±0	0±0	80	3.2±2.6	0±0	0±0	80	4.6±2.1	0±0	0±0
100	3±2.2	0±0	0±0	100	2.4±1.5	0±0	0±0	100	8.4±1.9	0±0	0±0
3000	20	2.8±1.9	0±0	3000	20	3.2±1.6	0±0	3000	20	2.8±2.3	0±0
40	0.4±0.5	0±0	0±0	40	4.4±2.3	0±0	0±0	40	7.4±6.2	0±0	0±0
60	0.6±0.8	0±0									

19Fr 温度 37℃ n=5				17Fr 温度 37℃ n=5				19Fr 温度 37℃ n=5			
回転数 (rpm)	閉塞率 (%)	脱血例バブル数 (mean±SD)	逆血例バブル数 (mean±SD)	回転数 (rpm)	閉塞率 (%)	脱血例バブル数 (mean±SD)	逆血例バブル数 (mean±SD)	回転数 (rpm)	閉塞率 (%)	脱血例バブル数 (mean±SD)	逆血例バブル数 (mean±SD)
1000	20	0±0	0±0	1000	20	0±0	0±0	1000	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
1500	20	0±0	0±0	1500	20	0±0	0±0	1500	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
2000	20	0±0	0±0	2000	20	0±0	0±0	2000	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0.4±0.5	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0	100	0±0	0±0	0±0
2500	20	0±0	0±0	2500	20	0±0	0±0	2500	20	0±0	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0	60	0±0	0±0	0±0
80	6.6±3.8	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0	80	0±0	0±0	0±0
100	10.4±2.6	0.8±0.7	0±0	100	0.6±0.8	1.2±1.5	0±0	100	0.8±1.2	0±0	0±0
3000	20	0±0	0±0	3000	20	0.6±0.8	0±0	3000	20	0.4±0.8	0±0
40	0±0	0±0	0±0	40	0.4±0.8	0±0	0±0	40	0±0	0±0	0±0
60	0±0	0±0	0±0	60	0.2±0.4	0±0	0±0	60	1±0	0.8±0.7	0±0
80	72.4±2.3	80.4±19.9	0±0	80	70.2±8.8	91.2±8.4	0±0	80	49.8±9.4	78.2±5.9	0±0
100	17.8±2.4	87.4±8	0±0	100	25±4.9	87.4±7.8	0±0	100	22.6±4.1	88.8±2.2	0±0

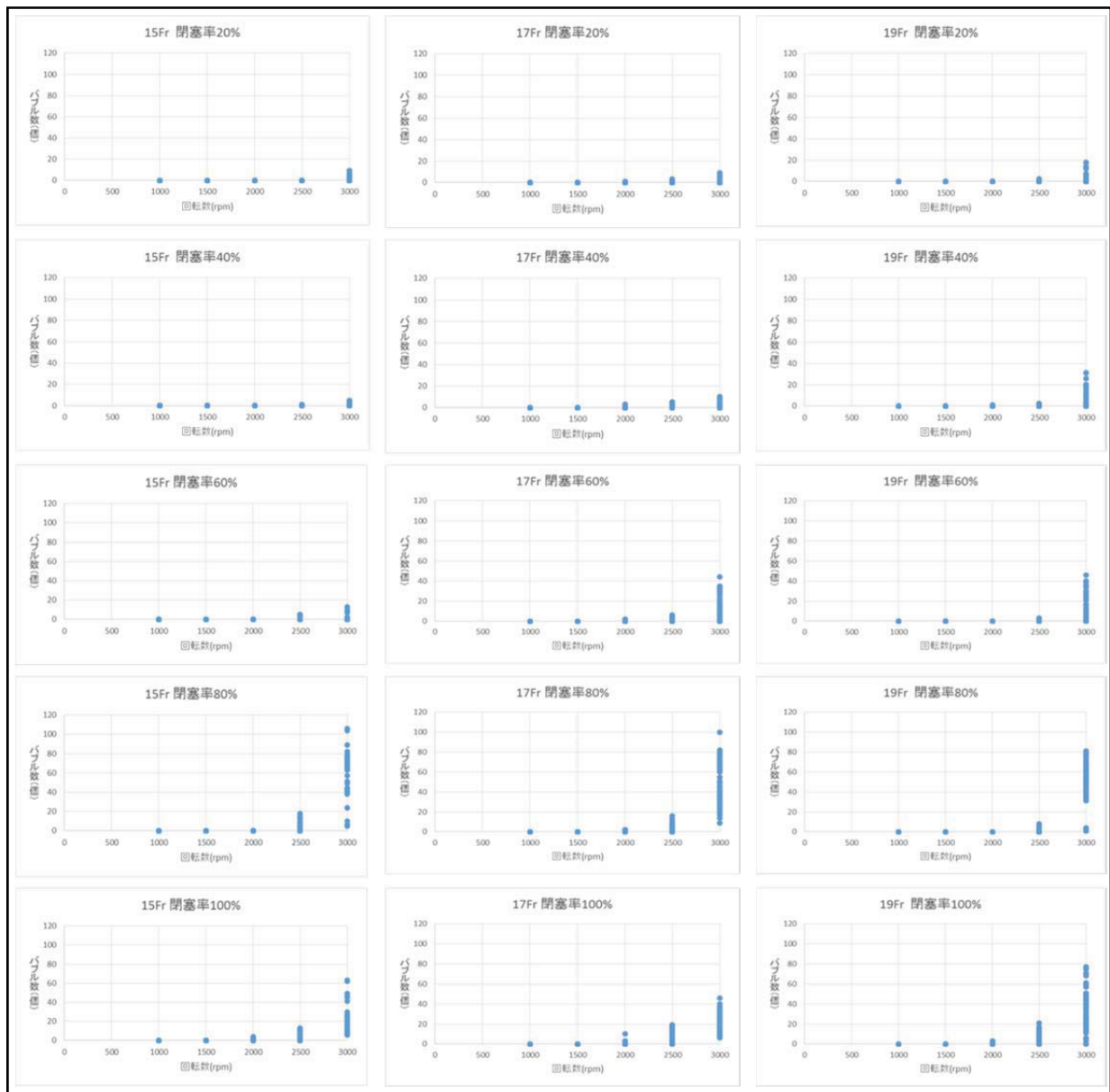


図3 回転数とバブル数の関係

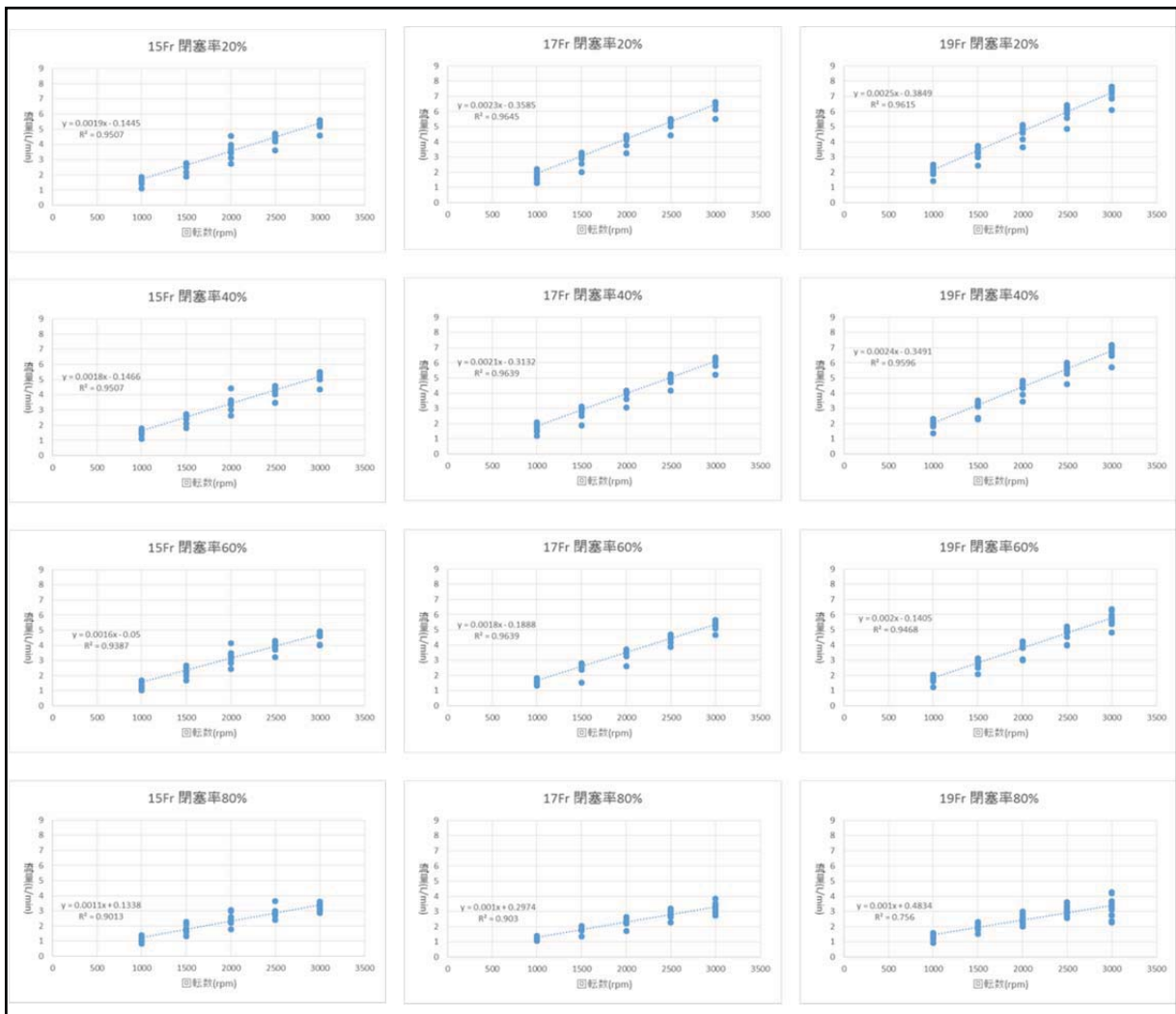


図4 回転数と模擬血液流量の関係

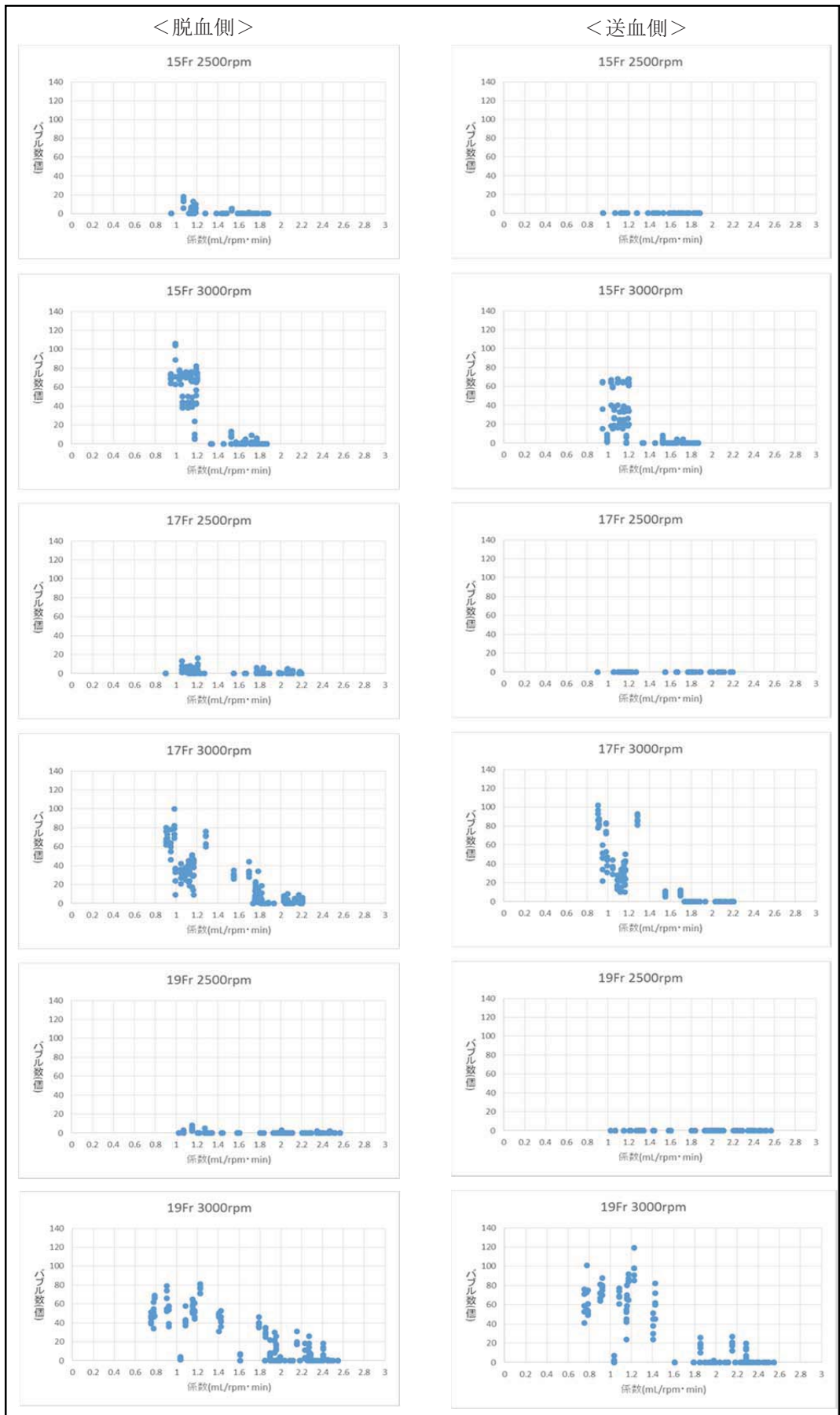


図5 係数とバブル数の関係

4. 各種条件が係数範囲に与える影響

図5で求めたバブル数が多く発生する係数範囲について、基本設定、ガス条件（流量、FiO₂）、温度変化が係数範囲に影響を及ぼさないか統計学的処理（ $p < 0.05$, Tukey-Kramer法）を行ったところ温度変化でのみ若干の有意差を認める結果となった。

IV. 考察

これまでPCPS使用中のキャビテーションによるマイクロバブルの発生については、色々な報告がなされ⁶⁾⁷⁾、気泡の発生対策⁸⁾⁹⁾やその危険性¹⁰⁾¹¹⁾についても検討されてきた。しかし、その原因について多くの場合、脱血不良や回路閉塞など原因は明らかであるが、これまで具体的に指標となる検討は少なかった。

今回の調査結果では、まず回転数と閉塞率の関係性（図3）においてバブル数のバラつきと閉塞率による分布に一部規則性が認められなかった。しかし、模擬血液流量と回転数から求めた係数とバブルの関係（図5）においては、閉塞率や送血管のサイズに関係なく統計学上（ $p < 0.05$, Tukey-Kramer法）の有意差は認められなかった。しかし、唯一、係数と温度変化の関係においては若干の有意差を認めた。

この理由として、著者らが行った臨床状態を模擬した水系実験では、まず図3の閉塞率を変化させたときに高い閉塞率で規則性が認められなかったことは、閉塞率80%では緩やかではあるが遠心ポンプへ模擬血液が送られるのに対し、閉塞率100%では一時的に流れが遮断される。この間に細かい気泡は凝集し一塊の大きなバブルとなることでバブル数が減少したと考えられた。また、バブル数にバラつきがみられたのは、通常液体は、低温状態では粘性係数が大きくなり相対的にキャビテーションが起りやすくなるという報告がある¹²⁾。このことから低温状態（10℃、20℃）においては、模擬血液の粘性変化が大きく影響したと考えられた。

一方、各種条件が係数範囲に与える影響につい

て、温度変化のみで差がみられる点に関しても温度変化による粘性変化が原因と考えられた。そこで温度条件の中でも低体温（10℃、20℃）を除いた、臨床上起り得る条件（30℃、36℃、37℃）のみ再度統計学的処理（ $p < 0.05$, Tukey-Kramer法）を行ってみると有意差は認められず係数が臨床使用上問題ないことが示された。

ここで、この係数を用いてPCPSにおけるキャビテーション防止を目的とした早見表を作成した。

1. 至適灌流量を求める早見表

ポンプ回転数（rpm）と係数（mL/rpm・min）から至適灌流量を求める早見表を図6に示す。これは、係数の中でも最もバブル数が集中した最大値0.8（赤色）、最小値1.4（黄色）と実験中、各送血管の太さ（Fr）別のうち気泡計測器にて1つでもバブルが認められた時の値（青色）の3つの係数と回転数から理論値を求め作図した。

（ただし、条件として非臨床的な条件を省いた、血液流量温度30℃～37℃、閉塞率0～80%以内の場合に限る。）

使用方法としては、回転数をもとに流量を見た場合、赤色と黄色の直線で囲まれた範囲にあればバブルの発生頻度が非常に高い状態であり、黄色と青色に囲まれた範囲にあればバブルの発生が極めて低い低危険領域となる。また、青色の直線より上に行けば安全域になることが容易に推定できる。

本研究で導き出された理論値表は新規のデバイスを必要とせず、通常モニタリングされている回転数と流量のコントロールによりキャビテーションによる気泡発生を抑制できる可能性がある点で有用であると考えている。ただし遠心ポンプの径により係数は変動するため、他の遠心ポンプでは係数を測定しなおす必要がある。また、今回はグリセリン水溶液を用いた水系実験であったため血液でも再現性が得られるか今後更なる検討が必要であるとする。

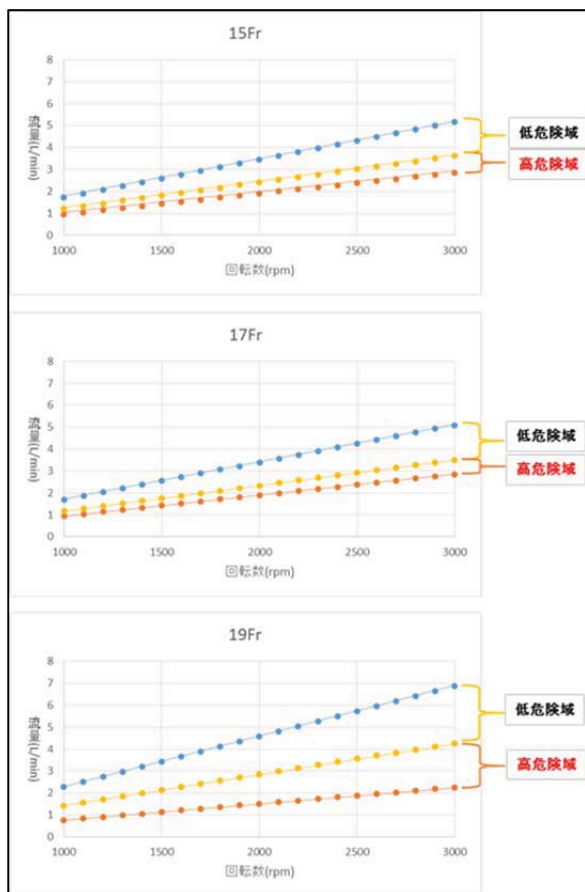


図6 早見表

V. 結語

1. 臨床的な条件であればキャビテーションによる気泡発生と PCPS の設定条件との関連性は係数($L/rpm \cdot min$)を用いることで表すことが可能である。
2. 今回提案した早見表により、個々の患者の状態に合わせてキャビテーションによる気泡発生の危険性を予測することが可能である。
3. 実験は、水系実験のため今後さらなる検討が必要である。

VI. 研究協力者

峰松佑輔・国立病院機構大阪医療センター・臨床工学技士

宮川幸恵・国立病院機構大阪医療センター・臨床工学技士

湊拓巳・国立病院機構大阪医療センター・臨床工学技士

池宮裕太・国立病院機構大阪医療センター・臨床工学技士

柴田純一・国立病院機構大阪医療センター・臨床工学技士

VII. 参考文献

- 1) 笹山幸治:人工心肺器材と Gaseous Microemboli の予防.人工臓器 2013;Vol.42,No.3:236-240
- 2) 日本機械学会(編):機械工学便覧 基礎編 α 4 流体工学.東京.丸善出版;2006.136-143
- 3) CE Brennen:Cavitation and Bubble Dynamics.New York.Oxford University Press;1995.35-7
- 4) 安達秀雄,百瀬直樹,又吉盛博:人工心肺ハンドブック.東京.中外医学社;2004.122-124
- 5) 倉島直樹,芝本隆,小塚昭:遠心ポンプ送血におけるエア混入時の安全対策.体外循環技術 2008;Vol.35,No.4:416-419
- 6) Takahashi M:Zeta potential of microbubbles in aqueous solutions.Journal of Physical Chemistry B 2005;109:21858-21864
- 7) 岩田浩一,阿部敬二郎,宇都宮精治郎:PCPS の状態の違いによる気泡発生の実験的検討.体外循環技術 2004;Vol.31,No.1:68-70
- 8) 加藤優,長谷川武生,前中則武,ほか:経皮的心肺補助法における Bubble-Trap の有効性.体外循環技術 2005;Vol.32,No.4:395-399
- 9) 福長一義,舟久保昭夫,樋上哲哉,ほか:膜型人工肺が有する Bubble Trap Performance の測定.人工臓器 2000;Vol.29,No.1:93-98
- 10) 又吉徹:体外循環中の微小気泡が与える人体への影響について.体外循環技術 2012;Vol.39,No3:289
- 11) Claus M.Muth,Erik S.Shank:GAS EMBOLISM.The New England Journal of Medicine 2000;Vol.342,No.7:476-482
- 12) 江連俊樹,三宅康洋,飛田昭,ほか:液中渦キャビテーションに関する基礎的研究.JAEA-Research 2012:005:1-49

人工呼吸器ケアの質の向上と安全のための ケアプロセス・チェックリストの開発

関西医療大学保健看護学部保健看護学科 助教

築田 誠

I. 緒言

急性期における人工呼吸療法は、集中治療部門で行われることが望ましい¹⁾とされている。しかし、本邦では米国のような Regional Warning Center²⁾がないため、急性期を離脱あるいは慢性期に移行した患者の多くが、一般病棟での人工呼吸器管理となる。人工呼吸器の使用件数が少ない一般病棟の看護師は、人工呼吸器を装着した患者を受け持つ際、事故を回避することに加え、多くの知識や技術が求められるが、責任の重さや経験の少なさから負担が大きく、不安やストレス、自信を持っていないなどの否定的な感情を持つことが多い³⁾。また、日本呼吸療法医学会が提示している人工呼吸器使用の指針では、人工呼吸器に関するインシデント・アクシデントの要因として、人工呼吸器そのものの整備点検だけではなく、人工呼吸器を取り扱う医療従事者の知識不足や患者観察の不足が挙げられている。特に、一般病棟の看護師は、人工呼吸器装着患者へのケア経験が少ないことが考えられ、さらに集中治療部門に比べて設備が整っていない環境で、人工呼吸器管理を行わざるを得ない状況であるため、専門的なアドバイスを受けることができるシステムと、継続的かつ効果的な教育プログラム⁴⁾の構築が求められている。

一般病棟看護師の人工呼吸器ケアに関する教育については、主に On-the-Job Training や、呼吸サポートチームによる教育活動がなされている⁵⁾が、人的・物的資源の少ない一般病棟では、知識や経験に乏しい看護師が、必要に迫られて複雑な人工呼吸器管理を行わざるを得ないという事態から、一般病棟看護師の看護実践でのケアの質の向上につながっていないことが報告されている⁶⁾。

このような状況で、一般病棟看護師が人工呼吸器ケアを行う際には、人工呼吸器の設定を経時的に記録するものや、カフ圧確認のようなケア項目の実施をチェックするためのチェックリストを使用する人が多い。しかし、既存のチェックリストでは、確認すべき項目の記録は行っているが、その意味や状況を適切にアセスメントできていないにも関わらず、人工呼吸器装着患者の看護を実践する場合もある。特に人工呼吸器ケアに関しては、看護師自身も、確認すべき意味や状況を適切に判断できているのか、また適切な判断に基づいた看護実践につながっているのかを把握することができていない状況で、ケアを行っていく場合も存在している。一般病棟の看護師が、適切な看護過程の展開に基づいた看護実践を行なうために、何をどのように教育支援することが重要であるかを把握することができていない現状がある。

このような看護実践に関しての教育的観点から、ベナーは、与えられた患者ケアの状況で行動するためには、看護師は関連性のある医療情報を充分に把握し、それを実践の知識におきかえることができなければならない⁷⁾、と述べている。一般病棟看護師の人工呼吸器ケアを支援するためには、実際の一般病棟看護師が行う人工呼吸器ケアの看護実践過程を明らかにした上で、その過程にそった教育プログラムを構築する必要がある。

これまでの人工呼吸器ケアに関する研究では、人工呼吸器ケアを行う看護師の意識を調査して、人工呼吸器ケアに対する不安やストレスなどの否定的な感情が存在を明らかにした研究⁸⁾や、呼吸サポートチームが看護師に行う人工呼吸器ケアに関連した教育プログラムの評価を行った研究⁹⁾が行われている。また、非侵襲的陽圧換気(NIPPV)

ケアに関する一般病棟看護師の意識や知識・技術を調査した研究¹⁰⁾や、人工呼吸器関連性肺炎の予防に向けた体位変換や口腔ケアの評価を行った研究¹¹⁾が行われている。看護師の看護実践能力に関しては、看護実践能力を測定する方法として、看護全般を視野に入れた看護評価尺度が開発されている¹²⁻¹⁵⁾。しかし、人工呼吸器ケアにおける看護実践過程を明らかにした研究はなく、特に一般病棟看護師を対象にした研究は見当たらない。

そこで、一般病棟看護師が安全で質の高い人工呼吸器ケアを実践するための教育プログラムの作成に向けて、一般病棟の看護師が行う人工呼吸器ケアの看護実践過程を明らかにしたいと考えた。本研究では、その第1段階として、熟練した専門・認定看護師の呼吸器ケアの看護実践を明らかにし、人工呼吸器ケアの看護実践過程の展開にそって、観察・判断・実施・評価の視点で必要な内容を抽出し、それらの内容から人工呼吸器ケア・チェックリスト案を作成した。そのチェックリスト案を用いて、一般病棟看護師を対象に調査を行い、そのチェックリスト案の内容妥当性と信頼性（内的整合性及び安定性）の検討を行うことを目的とした。

II. 用語の定義

本研究では、以下のように用語を定義した。

1. 人工呼吸器装着患者：気管内挿管・気管切開による侵襲的陽圧換気が必要とする患者を指す。
2. 人工呼吸器ケア：一般病棟看護師が人工呼吸器装着患者への人工呼吸器の安全管理を含め患者の呼吸フィジカルアセスメントを行い、看護上の問題を明確にすることで、個別的な呼吸器ケアの実践・評価を行うこと。
3. 人工呼吸器ケアの看護実践過程：人工呼吸器ケアにおいて、実践者が何を観察し、どのように判断し、その判断から何を実施し、実施したことをどのように評価するのか、という看護実践の思考過程と行動。

III. 研究方法

1. 人工呼吸器ケア・チェックリスト案のための項目収集

1) 調査期間

平成24年10月～平成25年8月

2) 調査対象

質問項目作成のための観察・インタビューは、人工呼吸器ケアのスペシャリストである急性・重症患者看護専門看護師2名、集中ケア認定看護師3名を対象とした。

3) 方法

① 第1段階

急性・重症患者看護専門看護師2名及び集中ケア認定看護師3名が、ICU・CCUにおいて人工呼吸器装着患者への呼吸器ケアを行っている場面から、どのような看護実践が行われているのかを観察し、実践している内容を記述した。得られた看護実践の内容に関して、対象者がどのような判断に基づき、実際の看護実践を行っていたのか、さらにはどのような看護実践の評価を行っていたのかをインタビューにて聴取した。その内容は、ICレコーダーにて録音し、実際の観察内容と照らし合わせながら、観察・判断・実施・評価の視点でそれらの内容を項目として抽出した¹⁶⁾。また、その項目が人工呼吸器ケアに必要な内容を網羅しているかどうかを文献¹⁷⁻²²⁾で確認した。

② 第2段階

抽出された項目は、看護過程の展開に添って、観察・判断・実施・評価の視点で分類した。なお、判断と評価は項目内容が重複するために判断にまとめ、観察・判断・実施の3つの視点で質問項目を作成した。質問紙となる項目は、1項目に2つ以上の内容が含まれていないこと、2重否定的な表現がないことなどを確認し、分かりやすい表現で記述した。それらの質問紙の質問項目は、一般病棟の看護師の人工呼吸器ケアの看護実践過程を把握するために、それらの内容の実施頻度を問う、「1.していない」「2.あまりしていない」「3.時々している」「4.ほとんどしている」「5.いつもしている」の5段階評定法とした。実施頻度が高いことは、看護実践が出来ていると判断するために、高い得点となるようにチェックリスト案を作成した。

第3段階

作成したチェックリスト案について、協力が得られた5名の一般病棟看護師を対象にプレテストを実施し、わかりにくい表現や、回答に必要な時間を確認した。回答に要する時間は約30分を要し、回答者への負担が考えられたが、必要な項目であると判断したため、回答者の協力を得ることとした。また、無回答が集中した項目や、回答に対す

る困難は指摘されなかったため、プレテストでの修正は行わず、観察 26 項目、判断 67 項目、実施 48 項目で構成された人工呼吸器ケア・チェックリスト案とした。

2. 人工呼吸器ケア・チェックリスト案の内容妥当性と信頼性の検討

1) 調査期間

平成 25 年 10 月～12 月

2) 調査対象

大阪府・兵庫県・和歌山県下の総合病院 5 施設において、人工呼吸器を装着した患者を受け持った経験がある一般病棟に勤務する看護師で、調査への協力の承諾が得られた者を対象とした。

3) 調査内容

以下の内容について、質問紙調査を実施した。

- ① 一般病棟の看護師が行う人工呼吸器ケアの看護実践過程：上記の手続きで作成した人工呼吸器ケア・チェックリスト案。
- ② 対象者の背景(看護師経験年数・性別・今までの人工呼吸器装着患者の受け持った人数・所属部署での年間の人工呼吸器装着患者入院人数)。

4) データ収集方法

調査への協力依頼は、所属長に対して本研究の趣旨を文章ならびに口頭により説明し、許可を得た。一般病棟で人工呼吸器を使用している看護師へ、人工呼吸器ケア・チェックリスト案を含む質問紙を配布し、記入を依頼した。回答は、配布後 1 週間以内に病棟に設置した回収箱に投函するように依頼した。なお、安定性の検討を行うために、test-retest として 10 日～14 日後に、人工呼吸器ケア・チェックリスト案への回答を求めた。各対象者への同意は、回答をもって研究への同意を得たものとした。

5) 分析方法

項目の選定の検討は、欠損が多い質問紙は分析データとして採用せず、記述データを確認した。因子分析²³⁻²⁷⁾は、観察・判断・実施ごとに行った。まず、主成分分析により、固有値 1.0 以上に対して主因子法(バリマックス回転)を行った。すべての因子に、因子負荷量が 0.35 以上の項目が含まれるように、因子数を決定した。なお、全ての因子の因子負荷量が 0.35 未満の項目は削除し、削除後の項目で再度探索的因子分析を行った。次に、因子負荷量が近似値である項目については、その因

子に含まれる項目内容を考慮し、検証的因子分析²⁷⁾を行った。検証的因子分析においては、Akaike's Information Criterion (AIC ; 赤池情報量基準)、Comparative Fit Index (CFI ; 比較適合度指標)、Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA ; 平均二乗誤差平方根)を参考指標とし、各因子に含まれる項目を決定した。内的整合性の検討は、クロンバック α 係数を算出した。安定性の検討は、各因子得点を算出し、test-retest の両データを用いて spearman の相関係数を算出した。統計解析には、Windows 版 SPSS 22.0, Amos19.0 を用いた。

3. 倫理的配慮

項目収集に関しては、本研究についての説明および参加依頼を各施設の看護部長に文章及び口頭で詳しく説明し、研究協力の依頼を行った。研究協力可能な場合に、研究者から調査対象者の所属長へ協力依頼を文章及び口頭で説明を行い、調査対象者へ直接連絡し、調査内容に関する説明日を調整した。研究者が調査対象者の勤務する施設に出向き、調査対象者及び調査対象者が受け持つ患者に文章及び口頭にて、研究の目的、調査方法について説明した。その際、研究協力は自由意思であること、承諾後も断ることができること、断ったとしても不利益は受けないこと、対象者の都合に合わせて調査を行い、時間的負担を最小限にできるように配慮すること、得られた情報の秘密は厳守されること、学術資料以外での目的で使用しないことについて説明した。得られたデータは、個人が特定されないよう研究者が連結可能匿名化したうえで、研究に使用した。匿名化の対応表及びデータは、研究者がそれぞれパスワードを設定したファイルに記録し、USB メモリに保存して、鍵の掛かるキャビネットに保管した。研究対象者が受け持つ患者についての情報は、研究データとしては収集せず、インタビュー等で知り得た患者の個人情報削除し、研究データとして採用しないこととした。

内容妥当性と信頼性の検討に関しては、本研究についての説明および参加依頼を各施設の看護部長に文章及び口頭で詳しく説明し、研究協力の依頼を行った。研究協力可能な場合に、研究者から調査対象者の所属長へ協力依頼を文章及び口頭で説明を行い、研究対象者へ研究依頼書と質問紙の配布を行った。研究への協力の同意は、質問紙へ

の回答をもって得られたものとするを研究依頼書に明記した。質問紙は無記名とし、個人が特定されることはなく、質問紙への回答をしない場合であっても不利益を被ることがないことを明記した。質問紙への回答については、途中まで回答されていても自由意思で取りやめることができること、その場合でも、何ら不利益を受けることがないこと、途中で研究を辞退しても無記名であるため、質問紙投函後はそれに応じることはできないことを明記した。研究終了後は、全てのデータは原則としてシュレッダーにかけたうえ焼却処理し、廃棄すること、電子媒体のデータは、専用のソフトを用いて消去し、物理的に破壊し、廃棄することを明記した。なお、本研究は神戸大学大学院保健学研究科保健学倫理委員会の承認を得て行った。

IV. 結果

1. 対象者の背景

対象者の背景は、表 1 に示した。

表 1 対象者の背景		
項目	例数	%
看護師経験年数		
3年未満	23	7.5
3～5年	64	21.0
6～8年	55	18.0
9～10年	31	10.2
11～15年	53	17.4
16年以上	79	25.9
性別		
女性	284	93.1
男性	21	6.9
今までの人工呼吸器装着患者を受け持った人数		
1人	11	3.6
2～3人	30	9.8
4～5人	34	11.1
6～10人	48	15.7
11人以上	182	59.7
所属部署での年間の人工呼吸器装着患者入院人数		
1人	45	14.8
2～3人	100	32.8
4～5人	63	20.7
6～10人	52	17.0
11人以上	45	14.8

一般病棟に勤務しており、人工呼吸器を装着した患者を受け持った経験がある看護師に対して、調査票 432 部を配布し、331 部(回収率 76.6%)の回答が得られた。欠損データが多い 26 部を除き、305 部を分析対象データとした。対象者の経験年数は、16 年以上が 79 名(25.9%)と最も多く、次いで 3～5 年が 64 名(21.0%)で、男性 21 名(6.9%)、女性 284 名(93.1%)であった。また、今まで人工呼吸器装着患者を受け持った人数は、11 人以上が 182 名 (59.7%)、次いで 6～10 人が 48 名(15.7%)であった。所属部署の年間人工呼吸器装着患者入院件数は、2～3 人が 100 名(32.8%)、4～5 人が 63 名(20.7%)であった(表 1)。なお、安定性の検討のための retest の回収数は 157 部(回収率 36.3%)であった。その中の欠損データの多い 5 部を除き、152 部を分析対象データとした。

2. 人工呼吸器ケア・チェックリスト案の内容妥当性の検討

1) 人工呼吸器ケアにおける観察

人工呼吸器ケアにおける観察についての結果は、表 2 に示した。ほぼ解析可能なまとまりが得られたが、21)・22)は複数の因子との関連を示したが、因子負荷量は因子 3 が因子 2 より高値を示していたが、質問項目の内容から考えると、因子 2 に含まれることが考えられたため、検証的因子分析を行ない、因子 2 に含めることが妥当であると判断した。その結果、26 項目 5 因子を採択した(AIC=6184.51, CFI=0.80, RMSEA=0.083)。各因子に含まれる項目の内容から因子名を命名した。第 1 因子は、人工呼吸器ケアを装着した患者を看護する際の基本的な確認項目であることから、『必須となる基礎的確認』とした。第 2 因子は、気管内チューブや気切チューブが安全に固定されているかの確認項目から、『気管チューブ固定の確認』とした。第 3 因子は、人工気道が適切にかつ安全に加温・加湿されているかの確認項目であるため、『加温・加湿の確認』とした。第 4 因子は、関節の拘縮の程度や急変時に対応できるための準備ができていないかの確認項目であるため、『緊急時の準備とポジショニングの確認』とした。そして、第 5 因子は、人工呼吸器を装着することによって徐々に発生する身体的な変化や合併症予防のための確認項目であることから、『合併症発症予測のための確認』とした。累積寄与率は、48.16%であった。クロンバック α 係数は因子番号の順に、0.81、

0.79, 0.88, 0.72, 0.67 であった。

表2. 人工呼吸器ケアにおける観察の因子分析結果(主因子法、バリマックス回転)

(例数 305)

番号	項目	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5
第1因子：『必須となる基礎的確認』 ($\alpha=0.81$)						
7)	呼吸音を確認している。	0.77	0.09	0.14	-0.03	0.20
10)	人工呼吸器の設定を確認している。	0.66	0.11	0.11	-0.15	-0.03
14)	人工呼吸器のアラームが鳴った時は、その内容を確認している。	0.64	0.03	-0.01	0.22	0.07
11)	人工呼吸器に表示されるデータを確認している。	0.57	0.11	0.14	0.11	0.15
13)	人工呼吸器のアラーム設定を確認している。	0.52	0.17	0.13	0.24	0.11
8)	胸郭の動きを視診にて確認している。	0.50	0.00	0.01	0.30	0.34
15)	気管吸引による痰の量・性状を毎回確認している。	0.47	0.10	0.02	0.35	0.04
23)	カフ圧を確認している。	0.44	0.09	0.09	0.16	-0.01
第2因子：『気管チューブ固定の確認』 ($\alpha=0.79$)						
19)	気管内チューブの固定が口角部もしくは門歯何cmかを確認している。	0.13	0.83	0.10	-0.05	0.11
20)	気管内チューブのテープがはがれやすくなっていないかを確認している。	0.20	0.82	0.07	0.07	-0.01
18)	口唇の発赤・潰瘍の有無を確認している。	0.16	0.56	0.10	0.21	0.24
21)	気管切開チューブが、正中に固定されていることを確認している。	0.12	0.55	0.13	0.51	-0.05
2)	現在の鎮静度を確認している。	0.06	0.54	0.31	-0.05	0.24
22)	気管切開チューブが適切な強さで固定されていることを確認している。	0.14	0.45	0.15	0.46	0.01
第3因子：『加温・加湿の確認』 ($\alpha=0.88$)						
4)	加温加湿器の水温が適温に加温されているかどうかを確認している。	0.16	0.13	0.91	0.12	0.19
5)	加温加湿器の滅菌蒸留水の量を確認している。	0.16	0.19	0.82	0.00	0.12
3)	加湿が十分に図れているのかを確認している。	0.21	0.21	0.63	0.14	0.25
第4因子：『緊急時の準備とポジショニングの確認』 ($\alpha=0.72$)						
24)	四肢の関節可動域と柔軟性を確認している。	0.10	0.07	0.00	0.53	0.37
26)	速やかに再挿管ができる準備がされていることを確認している。	0.12	0.09	0.07	0.53	0.40
16)	現在の体位が適切であるか確認している。	0.36	0.02	0.03	0.51	0.22
25)	ベッドサイドにジャクソンリースまたはバグバルブマスクが準備されていることを確認している。	0.21	0.00	0.10	0.48	0.35
第5因子：『合併症発症予測のための確認』 ($\alpha=0.67$)						
9)	胸郭の硬さを触診にて確認している。	0.14	-0.05	0.06	0.26	0.59
6)	レントゲン写真を確認している。	0.17	0.09	0.13	0.03	0.51
17)	口腔ケアの際にはペンライトを使用して口腔内を確認している。	-0.09	0.27	0.13	0.14	0.48
12)	人工呼吸器に表示される波形を確認している。	0.24	0.09	0.17	0.17	0.44
1)	人工呼吸器装着日数を確認している。	-0.06	0.28	0.25	0.08	0.38
因子負荷量の2乗和		3.23	2.83	2.27	2.11	2.08
因子の寄与率(%)		12.42	10.87	8.74	8.12	8.02
累積寄与率(%)		12.42	23.29	32.03	40.15	48.16

検証的因子分析結果 : AIC=6184.51, CFI=0.80, RMSEA=0.083

番号を網掛けした項目は、複数の因子に関連を示す項目(21, 22)

2) 人工呼吸器ケアにおける判断

人工呼吸器ケアにおける判断についての結果は、表3に示した。ほぼ解析可能なまとまりが得られたが、36)は因子負荷量が0.35未満であったため削除した。12)49)50)51)53)57)は複数の因子との関連を示した。これらの項目は、内容的には、各個人が同じ程度の頻度で判断をしていることを意味しており、特に内容妥当性の観点からどの因子に含まれることが最も理解しやすいかを考えて、想定されるモデルを作成し、検証的因子分析結果について検討した。その結果、51)53)57)は第1因子に、49)50)は第3因子に、12)は第4因子の項目としたものが最も成績が良く、66項目6因子を採択した(AIC=6184.51, CFI=0.74, RMSEA=0.075)。各因子に含まれる項目の内容から因子名を命名した。第1因子は、処置や体位変換前後などに換気量が変化していないか、呼吸音に変化がないかなどから換気状況を判断していることから、『換気状況の判断』とした。第2因子は、レントゲン写真から肺の状況の判断や気管内

チューブの位置が安全であるかを判断していることから、『異常の早期発見のためのレントゲンによる判断』とした。第3因子は、カフによる粘膜障害や気管内チューブの固定による皮膚障害など、人工呼吸器を装着していることによる合併症の発生を判断していることから、『合併症予測のための判断』とした。第4因子は、痰や過剰な加湿など、人工気道が要因でガス交換が障害されていないかを判断する項目であるため、『より良い人工換気を行うための判断』とした。第5因子は、人工呼吸器と患者の呼吸が同調していない時のアラーム時に、原因を判断している項目であるため、『アラーム発生時の原因についての判断』とした。第6因子は、鎮静度の判断や、鎮静状態の患者に発生する障害を判断している項目であるため、『鎮静による安全・安楽を確保するための判断』とした。累積寄与率は、52.93%であった。クロンバックα係数は因子の番号順に、0.93, 0.92, 0.88, 0.88, 0.93, 0.84であった。

表3. 人工呼吸器ケアにおける判断の因子分析結果(主因子法、バリマックス回転)

(例数 305)

番号	項目	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6
第1因子：『換気状況の判断』 (α=0.93)							
34)	人工呼吸器による陽圧換気は、静脈還流を阻害するため、循環動態に影響すると判断している。	0.68	0.23	0.11	0.11	0.17	0.15
35)	体位変換によって、一回換気量が変化する可能性があるかと判断している。	0.67	0.16	0.26	0.04	0.20	0.24
33)	人工呼吸器の設定を変更した場合は、気道内圧や一回換気量などのデータの変化があると判断している。	0.64	0.14	0.17	0.03	0.22	0.23
28)	胸郭の動きに左右差があると、何らかの原因で両肺のコンプライアンスに差があると判断している。	0.58	0.15	0.19	0.14	0.14	0.17
30)	胸郭の柔軟性の低下は、呼吸運動を阻害していると判断している。	0.56	0.22	0.08	0.25	0.17	0.10
51)	体位が、横隔膜と胸郭の動きに影響すると判断している。	0.56	0.11	0.47	0.13	0.20	0.05
25)	無気肺や痰の貯留は、背部に好発すると判断している。	0.52	0.27	0.14	0.22	0.12	0.02
55)	胃内容物が逆流することによって、人工呼吸器関連肺炎(VAP)を誘発する可能性があるかと判断している。	0.52	0.10	0.39	0.17	0.20	0.05
31)	胸郭の柔軟性が低下することによって、人工呼吸器からの離脱が困難になると判断している。	0.49	0.28	0.09	0.27	0.15	0.07
48)	気管吸引によって、肺泡が虚脱する可能性があるかと判断している。	0.46	0.15	0.25	0.28	0.22	0.05
32)	換気様式が従量式なのか従圧式なのかで、起こりうる呼吸器合併症を判断している。	0.46	0.35	-0.01	0.39	0.21	0.01
26)	呼吸音に変化があると、肺泡が虚脱している可能性があるかと判断している。	0.45	0.37	0.06	0.33	0.18	0.06
54)	気管内の分泌物は、重力に影響されると判断している。	0.43	0.14	0.33	0.22	0.17	-0.03
57)	体位変換によって、呼吸器回路にテンションをかける可能性があるかと判断している。	0.43	0.11	0.38	0.03	0.13	0.23
27)	胸郭の動きに左右差が生じていると、片肺挿管の可能性があると判断している。	0.42	0.15	0.11	0.23	0.36	0.17
1)	長期に人工呼吸器を装着した患者は、二次合併症のリスクが高くなると判断している。	0.41	0.10	0.27	0.15	0.15	0.32
52)	座位によって横隔膜への腹圧の影響が減少すると判断している。	0.41	0.16	0.32	0.29	0.24	0.01
24)	聴診で呼吸音が聞こえない場合は、無気肺や胸水貯留があると判断している。	0.39	0.29	0.14	0.09	0.30	0.12
53)	水平仰臥位によって機能的残気量が減少し呼吸運動における肺泡のガス交換を低下させると判断している。	0.38	0.19	0.23	0.36	0.22	0.09

番号	項目	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6
第2因子：『異常の早期発見のためのレントゲンによる判断』 ($\alpha=0.92$)							
19)	レントゲン写真で、肺野の透過度から無気肺の程度を判断している。	0.27	0.82	0.03	0.06	0.07	0.05
20)	レントゲン写真で、肺野の透過度から肺うっ血の程度を判断している。	0.27	0.82	-0.02	0.11	0.06	0.04
22)	レントゲン写真で、各種ラインの先端を確認し、適切な位置に留置されているかを判断している。	0.08	0.77	0.05	0.28	0.11	0.02
21)	レントゲン写真で、心胸郭比を測定し、心拡大の程度を判断している。	0.19	0.77	-0.06	0.18	0.08	0.06
18)	レントゲン写真で、肋骨・横隔膜の鈍化の程度を確認して、胸水貯留の程度を判断している。	0.25	0.75	0.01	0.08	0.01	0.06
17)	レントゲン写真で、気管内チューブの先端が気管分岐部にあることを確認して、事故抜去の危険がないかどうかを判断している。	0.02	0.72	0.05	0.33	0.16	0.07
16)	レントゲン写真で、気管内チューブの先端が気管分岐部にあることを確認して、片肺挿管になっていないかを判断している。	0.02	0.71	0.06	0.27	0.13	0.08
23)	レントゲン写真で胃のガスの貯留の有無を確認し、空気の誤飲の程度を判断している。	0.10	0.71	-0.07	0.42	0.11	0.03
15)	レントゲン写真を見るときは、前回の写真と比較して状態の変化を判断している。	0.18	0.68	0.15	0.04	-0.08	0.15
第3因子：『合併症予測のための判断』 ($\alpha=0.88$)							
64)	カフの圧力によって、気道粘膜を損傷し、潰瘍を形成する可能性があるかと判断している。	0.21	-0.02	0.74	-0.01	0.15	0.11
60)	挿管患者は口腔内の自浄作用が低下していると判断している。	0.34	0.00	0.64	0.05	0.15	0.17
67)	人工呼吸器に伴うエラーは、患者の命に直結する可能性があるかと判断している。	0.30	-0.04	0.63	-0.07	0.04	0.23
66)	人工呼吸器に伴うエラーは、常に起こる可能性があるかと判断している。	0.29	0.04	0.58	0.10	0.10	0.32
58)	気管内チューブが口腔内粘膜に接することによって、潰瘍を形成する可能性があるかと判断している。	0.23	0.01	0.58	0.05	0.18	0.36
63)	気管内チューブの固定用テープが水分で汚染されると、固定が外れる可能性があるかと判断している。	-0.04	0.07	0.57	0.12	0.21	0.40
49)	気管吸引によって、気道粘膜を損傷する可能性があるかと判断している。	0.29	0.02	0.54	0.03	0.18	0.13
62)	気管内チューブの固定は、固定用テープが貼付している皮膚のたわみがあれば、固定位置が変わってしまう可能性があるかと判断している。	-0.05	0.12	0.54	0.31	0.18	0.23
59)	歯垢には大量の細菌が存在し、ブラッシングしなければ除去できないと判断している。	0.19	-0.01	0.47	0.14	0.18	-0.06
44)	頻回にアラームが鳴る場合は、患者の胸郭の上下動はあるか、 SpO_2 の低下はないか、人工呼吸器の作動音は正常かどうかを判断している。	0.36	0.06	0.46	0.07	0.28	0.29
50)	カフ上部や口腔、鼻腔に貯留している分泌物が、気管吸引による咳嗽によって、肺に落ち込むと判断している。	0.36	0.09	0.38	0.26	0.15	-0.13
第4因子：『より良い人工換気を行うための判断』 ($\alpha=0.88$)							
11)	蛇管の結露がたまりすぎている場合は、痰の粘稠度を考えながら加湿を弱める必要がある	0.24	0.17	0.04	0.63	0.10	0.21
9)	痰が粘稠で、痰の貯留が考えられるときは、加温加湿器の温度設定の変更が必要だと判断している。	0.24	0.07	0.08	0.59	0.11	0.28
7)	加温加湿器を使用するか、人工鼻を使用するかを、患者の体温で判断している。	0.05	0.25	-0.07	0.59	0.16	0.09
8)	加温加湿器を使用するか、人工鼻を使用するかを、患者の痰の量・性状で判断している。	0.19	0.19	-0.01	0.57	-0.01	0.29
10)	蛇管の結露の量を見て、十分に加湿が図れているかどうか判断している。	0.21	0.10	0.14	0.55	0.07	0.18
61)	気管内チューブの固定の位置が同じでも、気管内チューブが口腔内でたわんでいる可能性があるかと判断している。	-0.03	0.27	0.32	0.53	0.18	0.18
56)	股関節軸とベッドの軸の軸がずれることによって、横隔膜が挙上して、胸郭の動きが制限されると判断している。	0.12	0.29	0.13	0.49	0.13	-0.02
6)	気管吸引時の咳嗽の強さで、現在の鎮静度が適切かどうか判断している。	0.16	0.28	0.14	0.48	0.24	0.37
37)	人工呼吸器の呼気時の波形から、リークの有無を判断している。	0.09	0.32	0.07	0.43	0.21	0.00
65)	ROM中に痛みがあれば、1回換気量の低下など、呼吸に影響があると判断している。	0.19	0.29	0.16	0.39	0.13	0.17
29)	人工呼吸器による強制換気は、呼吸筋を疲労させると判断している。	0.32	0.25	0.10	0.37	0.17	-0.07
12)	痰の量・性状によって、加湿が十分かどうか判断している。	0.38	0.11	0.22	0.37	-0.05	0.43

番号	項目	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6
第5因子：『アラーム発生時の原因についての判断』 ($\alpha=0.93$)							
39)	回路内圧上昇のアラームが鳴った時には、患者のファイティングの可能性があると判断している。	0.31	0.11	0.23	0.16	0.66	0.24
45)	ファイティングによって低換気になる可能性があると判断している。	0.32	0.16	0.19	0.20	0.64	0.27
46)	ファイティングによって、酸素化が悪化したり、過度な血圧上昇などの心負荷があると判断している。	0.30	0.17	0.17	0.18	0.64	0.34
38)	回路内圧上昇のアラームが鳴った時には、患者のバックアップの可能性があると判断している。	0.30	0.13	0.30	0.19	0.63	0.30
41)	回路内圧上昇のアラームが鳴った時には、回路の屈曲の可能性があると判断している。	0.31	0.09	0.31	0.19	0.59	0.06
40)	回路内圧上昇のアラームが鳴った時には、患者の回路内の分泌物による閉塞の可能性があると判断している。	0.31	0.04	0.38	0.12	0.56	0.07
43)	呼吸回数下限アラームが鳴った時は、無呼吸状態(過度の鎮静など)であると判断している。	0.33	0.03	0.38	0.16	0.56	0.11
42)	回路内圧下降のアラームが鳴った時には、回路のリークの可能性があると判断している。	0.34	0.04	0.40	0.17	0.51	0.07
47)	ファイティングの原因が、患者の人工呼吸への適応度の問題なのか、患者・呼吸回路の問題なのか、人工呼吸器設定の問題なのかを判断している。	0.33	0.27	0.14	0.26	0.48	0.29
第6因子：『鎮静による安全・安楽を確保するための判断』 ($\alpha=0.84$)							
4)	鎮静中の患者の呼吸回数や表情で、苦痛の程度を判断している。	0.09	0.04	0.29	0.23	0.27	0.68
3)	現在の鎮静度で、患者の苦痛が最も緩和されているかどうか判断している。	0.06	0.12	0.17	0.32	0.36	0.63
2)	呼名による患者の反応で、鎮静度を判断している。	0.13	0.11	0.23	0.18	0.23	0.57
13)	蛇管の水が貯まっていると、体位変換の際に誤嚥する可能性があるかと判断している。	0.33	0.01	0.32	0.09	0.11	0.47
14)	過度な加温や、加温用蒸留水が不足している時は、気道熱傷の危険があると判断している。	0.23	0.04	0.22	0.24	0.09	0.42
5)	鎮静中の患者のせん妄を予防するために、日付や時間を伝えることが必要だと判断している。	0.18	0.31	0.17	0.35	0.16	0.40
因子負荷量の2乗和		7.72	6.88	6.05	5.44	4.92	3.93
因子の寄与率(%)		11.69	10.43	9.17	8.24	7.45	5.95
累積寄与率(%)		11.69	22.12	31.29	39.53	46.98	52.93
検証的因子分析結果 : AIC=6184.51, CFI=0.74, RMSEA=0.075							
番号を網掛けした項目は、複数の因子に関連を示す項目(12, 49, 50, 51, 53, 57)							
検討の結果削除した項目							
36) 人工呼吸器の波形を見て、患者の呼吸様式が人工呼吸器と同調しているかを判断している。							

3) 人工呼吸器ケアにおける実施

人工呼吸器ケアにおける実施についての結果は、表4に示した。23)27)35)は因子負荷量が0.35未満で、全ての因子の因子負荷量が低かった。因子数を変更しながら、繰り返し因子分析を行なったが、因子負荷量が低いことを確認し、削除項目とした。30)34)37)38)は複数の因子との関連を示した。これらの項目については、どの因子に含まれるのが最も妥当であるかについて、想定されるモデルを作成し、検証的因子分析を行なった。その結果、30)37)38)は第3因子に、34)は第4因子の項目としたものが最も成績が良く、44項目6因子を採択した(AIC=2399.71, CFI=0.76, RMSEA=0.068)。各因子に含まれる項目の内容から因子名を命名した。第1因子は、『最大換気量を維持するための実施』とした。第2因子は、『合併症予防のための実施』とした。第3因子は、『安全な気管チューブ固定の実施』とした。第4因子は、『

VAP予防のための気道クリアランスの実施』とした。第5因子は、『適切な加温・加湿とケア前後の声掛けの実施』とした。第6因子は、『適切なカフ圧管理の実施』とした。累積寄与率は42.48%であった。クロンバック α 係数は因子の番号順に、0.91, 0.82, 0.80, 0.75, 0.64, 0.52であった。

3. 人工呼吸器ケア・チェックリスト案の安定性の検討

安定性の検討については、表5に示した。test-retestにより初回と2回目の回答が得られた152名のデータを用いて、各因子得点による相関係数を算出した。すべての因子で相関が確認できた(rs=0.55~0.85, p<0.001)。なお、相関係数が最も低い、観察の第4因子『緊急時の準備とポジショニングの確認』については、test-retestの得点の平均が、4.01点から4.24点に変化していた。

表4. 人工呼吸器ケアにおける実施の因子分析結果(主因子法、バリマックス回転)

(例数 305)

番号	項目	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6
第1因子:『最大換気量を維持するための実施』 ($\alpha=0.91$)							
46)	ROM運動が換気の障害になっていないかを確認するために、人工呼吸器の一回換気量を確認しながら行っている。	0.82	0.13	0.07	0.10	0.07	0.08
45)	胸部運動に合わせて、最大呼気量を確保するように掌で支持している。	0.80	0.18	0.12	0.09	0.03	0.01
6)	横隔膜の位置を確認するために、打診を行っている。	0.75	0.10	0.09	0.19	0.00	-0.06
7)	胸部の硬さを確認するために、両胸部の触診を行っている。	0.70	0.27	0.02	0.08	0.12	0.01
21)	人工呼吸器装着患者のROMは、呼吸に合わせて肩関節を動かしている。	0.67	0.15	0.16	0.22	0.04	0.03
47)	ファイティングが続けば、徒手の換気に切り替えて換気している。	0.67	0.09	0.12	0.23	0.06	-0.08
44)	関節の拘縮を予防するために、毎日関節のROM運動を行っている。	0.66	0.12	0.13	-0.10	0.15	0.14
16)	体位ドレナージ前後で含気の変化を聴診で確認している。	0.56	0.32	0.04	0.12	0.14	0.00
33)	体位変換の前にはカフ圧の確認をしている。	0.52	0.13	0.05	0.30	-0.11	0.24
10)	気管吸引を行った後は、呼吸音を聴診している。	0.51	0.33	0.10	0.09	0.25	0.04
2)	鎮静中の患者に、日付や時間を伝えている。	0.48	0.18	-0.03	-0.07	0.31	0.25
25)	呼吸障害の予防や気道クリアランスを目的としたポジショニングは、40～60度以上の体位変換を交互に行うようになっている。	0.43	0.34	0.10	0.17	0.16	0.09
5)	聴診で呼吸音を確認するときは、背部の聴診を行っている。	0.41	0.33	-0.16	0.23	0.25	0.12
第2因子:『合併症予防のための実施』 ($\alpha=0.82$)							
18)	枕の位置を調節して頸部が進展位にならないようになっている。	0.18	0.70	0.05	0.23	0.19	0.03
17)	頭部挙上を中心とした体位変換を行っている。	0.15	0.61	0.03	0.20	0.18	-0.02
13)	吸引カテーテル挿入から吸引終了までを15秒以内に実施している。	0.13	0.52	0.16	-0.11	-0.06	0.18
15)	胸水や無気肺のある肺を上側になるように体位変換して、体位ドレナージを行っている。	0.35	0.52	0.13	0.14	0.09	0.07
14)	気管吸引による痰の量・性状を毎回記録している。	0.18	0.50	0.04	0.03	0.11	0.03
20)	気管吸引では、肺胞の虚脱を予防するために、吸引圧を設定している。	0.30	0.47	0.03	0.04	0.00	0.11
12)	吸引チューブの挿入の長さは気管内チューブ先端から1～2cm出る程度、気管分岐部の手前まで挿入している。	0.14	0.43	0.17	0.04	0.11	0.17
8)	アラームが鳴った際には、アラームを消音し、その原因を確認した後、リセットボタンを押している。	0.03	0.41	0.19	-0.10	0.29	0.20
19)	座位の際は、両脇に枕を抱えるなど、腕の位置を調節している。	0.30	0.39	0.19	0.18	0.17	0.05
22)	体位変換は、呼吸器回路に余裕を持たせて行っている。	-0.11	0.39	0.20	-0.15	0.21	0.29
26)	歯のある患者は、歯ブラシでブラッシングしている。	0.09	0.38	0.03	0.18	0.13	0.24
第3因子:『安全な気管チューブ固定の実施』 ($\alpha=0.80$)							
41)	気管内チューブの固定は、二人で行っている。	0.03	-0.02	0.66	-0.15	0.11	-0.02
39)	気管内チューブの固定用テープは、頰部(上顎)で留めている。	0.10	0.32	0.63	-0.05	0.09	0.13
40)	気管内チューブの固定は、気管内チューブのみをテープで固定した後、別のテープで気管内チューブとパイプブロックと一緒に固定している。	0.13	0.15	0.62	0.17	0.14	-0.07
43)	体位変換などで頰部を動かす場合は、気管内チューブの根元を手動的に保持して行っている。	0.19	-0.07	0.52	0.21	0.22	0.17
42)	気管切開チューブの固定は、両側に1指ずつ入る程度の強さに固定している。	0.17	0.03	0.47	0.23	0.20	0.07
38)	気管内チューブが接する部位に、皮膚保護材を貼っている。	0.45	0.19	0.45	0.05	-0.04	-0.10
30)	口腔ケアによって、気管内チューブの固定が緩んだ場合は、再固定を行っている。	0.04	0.11	0.42	-0.04	0.35	0.42
37)	気管内チューブを固定しているテープをはがす時はリムーバーを使っている。	0.53	0.11	0.40	0.01	-0.06	-0.07
36)	流涎がある時は、口腔内吸引を頻回に行っている。	0.05	0.26	0.40	0.14	-0.02	0.21
第4因子:『VAP予防のための気道クリアランスの実施』 ($\alpha=0.75$)							
29)	口腔ケアの前に、カフ上部・口腔・鼻腔・気管の順で吸引を行っている。	0.34	0.12	0.19	0.63	-0.05	0.05
28)	口腔ケアは、洗浄水として200ml～300mlの含嗽水(水道水)を、吸引しながら使用している。	0.36	0.16	0.02	0.52	0.08	0.23
11)	口腔・鼻腔・カフ上部・気管の順に吸引を行っている。	0.34	0.23	0.11	0.40	0.05	-0.03
9)	体位変換前には口腔内吸引を行っている。	0.31	0.12	-0.11	0.40	0.05	0.02
34)	常に体幹より頭部を35度以上挙上している。	0.41	0.38	0.03	0.37	-0.03	0.12
第5因子:『適切な加温・加湿とケア前後の声掛けの実施』 ($\alpha=0.64$)							
4)	加温加湿器の蒸留水は、無くならないように、こまめに補充している。	0.01	0.30	0.10	0.02	0.56	-0.06
3)	体位変換を行う前に、蛇管の水を除去している。	0.17	0.12	0.22	0.07	0.55	0.02
1)	鎮静中の患者であっても、ケアを実施する前後に声をかけている。	0.11	0.16	0.21	-0.16	0.46	0.31
24)	体位変換の際は、呼吸器回路内の水分が気管へ流入しないように、呼吸器回路は気管内チューブよりも低くなるように配置している。	0.05	0.26	0.29	0.09	0.39	0.15

番号	項目	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6
第6因子:『適切なカフ圧管理の実施』 ($\alpha = 0.52$)							
31)	カフ圧はカフ圧計を使用して適切なカフ圧に設定している。	-0.09	0.20	0.12	0.06	0.09	0.57
32)	口腔ケア前後にはカフ圧の確認をしている。	0.18	0.29	-0.06	0.27	-0.04	0.56
因子負荷量の2乗和		7.31	4.40	2.99	2.17	1.78	1.73
因子の寄与率(%)		15.24	9.18	6.23	4.52	3.71	3.61
累積寄与率(%)		15.24	24.41	30.65	35.16	38.87	42.48
検証的因子分析結果: AIC=2399.71, CFI=0.76, RMSEA=0.068							
番号を網掛け下項目は、複数の因子に関連を示す項目(31, 35, 38, 39)							
検討の結果削除した項目							
23)	体位変換は、2人以上のスタッフで行っている。						
27)	口腔ケアは6~8時間毎には行っている。						
35)	呼吸回路接触前後は手洗いを行っている。						

表5. 人工呼吸器ケア・チェックリスト案の test-retest 結果: スピアマンの相関係数(r_s)

(例数=152)

人工呼吸器ケア・チェックリスト案	観察					判断						実施					
	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6
観察	因子1 必須となる基礎的確認	0.61**															
	因子2 気管チューブ固定の確認	0.73**															
	因子3 加温・加湿の確認		0.72**														
	因子4 緊急時の準備とポジショニングの確認			0.55**													
	因子5 合併症予測のための確認				0.76**												
判断	因子1 換気状況の判断					0.83**											
	因子2 異常の早期発見のためのレントゲンによる判断					0.85**											
	因子3 合併症予測のための判断						0.72**										
	因子4 より良い人工換気を行うための判断							0.69**									
	因子5 アラーム発生時の原因についての判断								0.60**								
	因子6 鎮静による安全・安楽を確保するための判断									0.70**							
実施	因子1 最大換気量を維持するための実施										0.83**						
	因子2 合併症予防のための実施										0.76**						
	因子3 安全な気管チューブ固定の実施											0.69**					
	因子4 VAP予防のための気道クリアランスの実施												0.70**				
	因子5 適切な加温・加湿とケア前後の声掛けの実施													0.60**			
	因子6 適切なカフ圧管理の実施															0.62*	

p** < 0.01

4. 人工呼吸器ケア・チェックリストの全体図

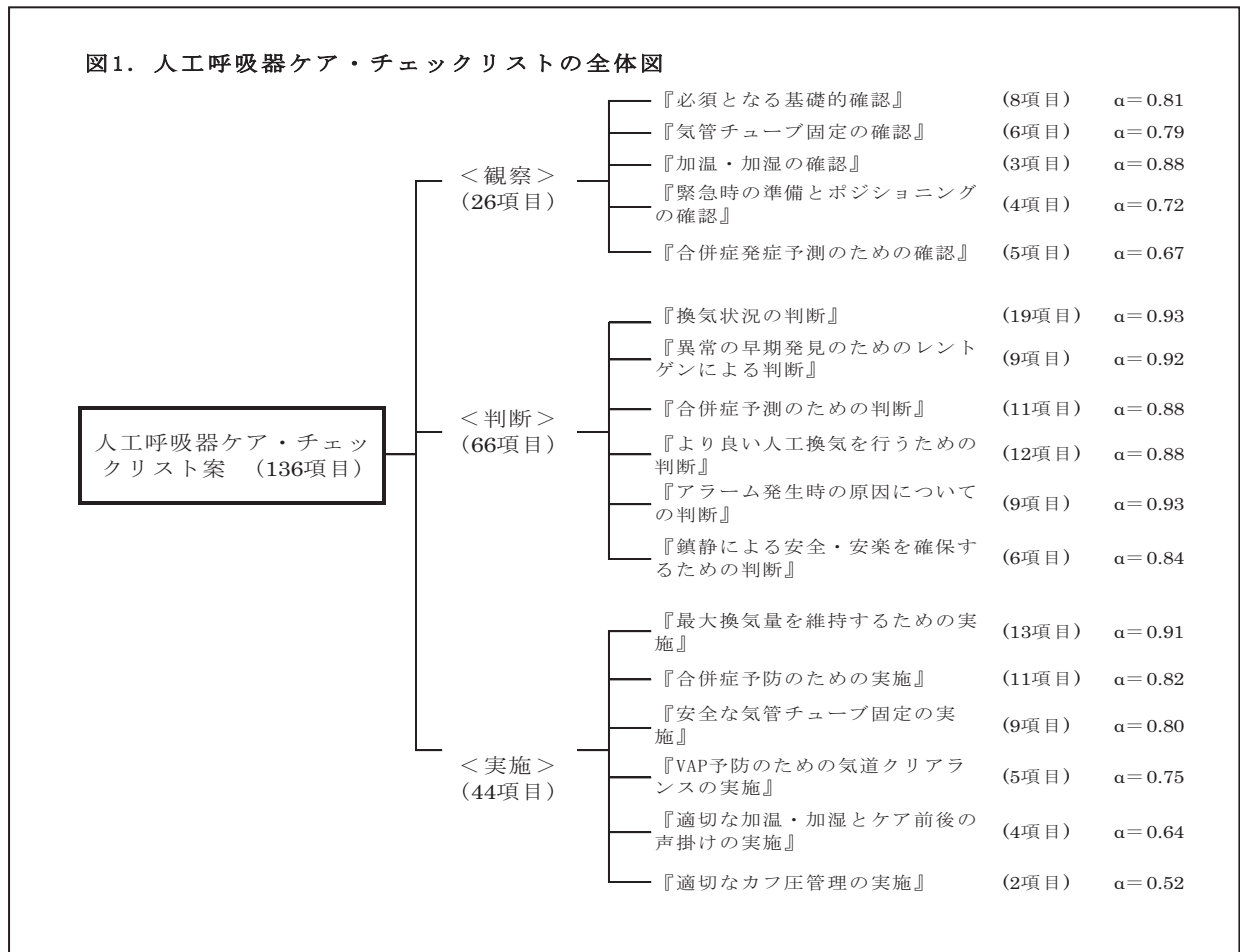
人工呼吸器ケア・チェックリスト案の全体図は、図1に示した。以上の手続きにより、人工呼吸器ケア・チェックリスト案141項目は、観察26項目、判断66項目、実施44項目からなり、人工呼吸器ケア・チェックリスト136項目となった。なお、観察26項目は、『必須となる基礎的確認』8項目、『気管チューブ固定の確認』6項目、『加温・加湿の確認』3項目、『緊急時の準備とポジショニングの確認』4項目、『合併症発症予測のための確認』5項目の5因子から構成された。判断の66項目は、『換気状況の判断』19項目、『異常の早期発見のためのレントゲンによる判断』9項目、『合併症予測のための判断』11項目、『より良い人工換気を行うための判断』12項目、『アラーム発生

時の原因についての判断』9項目、『鎮静による安全・安楽を確保するための判断』6項目の6因子から構成された。実施44項目は、『最大換気量を維持するための実施』13項目、『合併症予防のための実施』11項目、『安全な気管チューブ固定の実施』9項目、『VAP予防のための気道クリアランスの実施』5項目、『適切な加温・加湿とケア前後の声掛けの実施』4項目、『適切なカフ圧管理の実施』2項目の6因子から構成された。

V. 考察

今回、一般病棟看護師が、安全で質の高い人工呼吸器ケアを実践するための教育プログラム作成に向けて、看護実践過程にそった人工呼吸器ケア

図1. 人工呼吸器ケア・チェックリストの全体図



のチェックリスト案を作成し、内容妥当性と信頼性（内的整合性及び安定性）を検討した。その結果、一般病棟看護師の人工呼吸器ケアの看護実践過程の、観察・判断・実施について明らかにすることができた。以下に、内容妥当性と信頼性について考察した。

1. 人工呼吸器ケア・チェックリスト案の内容妥当性の検討

人工呼吸器ケア・チェックリスト案作成において、対象となった調査票は305部に対し、観察26項目、判断66項目、実施44項目を分析した。それぞれ、質問項目数の5倍以上のサンプル数を対象としていたことから、十分な内容妥当性と信頼性を確保できたものと言える²⁸⁾。

1) 人工呼吸器ケアにおける観察について

人工呼吸器を装着した患者へのケアにおいて必要な観察は、患者の呼吸状態だけではなく、使用している人工呼吸器の観察も必要である。具体的には、患者の呼吸状態の観察、人工気道管理、人工呼吸器が示す換気量などのデータとグラフィックの観察、人工呼吸器作動状態の観察である²⁹⁾。

観察の第1因子である『必須となる基礎的確認』の質問項目は、呼吸音や胸郭の動きなどの患者の呼吸状態を確認する内容や、人工呼吸器に表示されているデータやアラームの確認などが分類整理されており、人工呼吸器を装着した患者をケアしていくために必要不可欠な確認事項だと考えられ、人工呼吸器を装着した患者を受け持つ際に、必ず確認しなければいけない項目である。また、人工呼吸器ケアの経験のない初心者が、初めに獲得しなければいけないスキルだと考えられる。

第2因子の『気管チューブ固定の確認』には、気管内チューブの深さの確認や固定状況の確認、気管切開チューブの位置・固定の確認、気管内チューブが口腔粘膜に長期に接することによって生じる発赤や潰瘍の確認が分類整理されている。また、適切な鎮静度に管理することによって自己抜管を回避することができる³⁰⁾と言われており、そのため鎮静度の確認という項目が含まれていると考えられる。現在、多くの急性期ケアの場面で使用されている鎮静スケールはRichmond Agitation-Sedation Scaleである。人工呼吸器装

着患者への鎮静の目的が、患者の気管内チューブの不快感や驚きや興奮を抑え、心身の安静を促進すること、また、自己抜去防止や気管内吸引の苦痛の緩和、治療や処置に伴う苦痛の緩和などが挙げられ³⁰⁾、看護師にとって、安全・安楽な人工呼吸器ケアの提供が目標となることから、気管チューブの固定の確認と鎮静状態の確認は、優先度の高い観察内容であると考えられる。

第3因子の『加温・加湿の確認』には、加温・加湿器の水温・量の確認や加湿が図れているかの確認項目が分類整理されている。人工呼吸器から送気されるガス(酸素と合成空気)には水分がほとんど含まれておらず、人工呼吸療法中では、生体機能による加温・加湿が行われない状態であるため、加温・加湿を行わなければ乾燥ガスが直接気管の中へ送られ、様々な呼吸器系の障害を招くことになる³¹⁾。加温・加湿器は一般的にどのような患者にも使用できる一方で、加湿度・過温によって高温・上気道熱傷を起こす危険や、加温・加湿器内に溜まった水や凝集物が気管内に流入し、誤嚥につながる危険性もあるため、質問項目として整理分類されたと考えられる。今回の項目には、一般的にどのような患者にも使用できることや、吸気絶対湿度が高い(加温・加湿器：44mg/L、人工鼻：30mg/L)という理由で、加温・加湿器による質問項目を挙げたが、人工鼻を使用する施設も多い。また、電熱線入りの蛇腹を使用している施設もあるが、人工鼻が痰によって閉塞した事例や、電熱線の温度センサーの接続場所を間違えたことによる気道熱傷など、どのような機器を使用しているかを確認することが重要である。

第4因子の『緊急時の準備とポジショニングの確認』には、再挿管の準備やバッグバルブマスク・ジャクソンリースなど、人工呼吸中の患者に異常が生じ、緊急的に再挿管や手動的な換気が必要な時の準備を行っているかの質問項目が含まれている。患者の呼吸状態の異常、人工気道の異常、人工呼吸器自体の異常など様々な原因が考えられるが、これらの異常は患者の生命の危機につながるため、早急な手動的な補助換気が必要であるため、優先度の高い項目であると考えられる。また、四肢の関節可動域(range of motion, 以下: ROM)の確認や、適切な体位であるかの確認の質問項目も分類整理されている。四肢のROMの確認は、長期人

工呼吸器の装着によって、運動が制限されるために、ROMの制限・拘縮からADLの低下をきたし、今後状態が改善することによって、人工呼吸器を離脱し離床を進めていく際の障害となる³²⁾ために必要な観察である。一般病棟でのROMのためのリハビリは、理学療法士によって行われている施設もある。適切な体位であるかの確認については、その目的が体位ドレナージ・褥瘡予防・ウィーニング・下側肺障害予防など多岐にわたる。無気肺の予防のためには、重力によって気道分泌物の移動を図り、排痰を進めていく必要がある。しかし、体位ドレナージを適切に行うためには気道分泌物が肺のどの部分に貯留しているのかを把握し、適切な体位を選択していく必要がある。また、体位によって循環動態に変動をきたす可能性もあり、頭蓋内圧亢進や血行動態の不安定な患者の場合は禁忌となる場合もあるため、患者の呼吸状態だけではなく全身状態を把握し、どのような目的で現在の体位を選択しているのかを把握して確認をする必要がある。

第5因子の『合併症発症予測のための確認』には、人工呼吸器装着日数の確認、胸部の硬さを触診で確認する、レントゲン写真の確認、口腔内をペンライトで確認など、今後引き起こされる合併症を予測する項目が分類整理された。胸部の硬さについて、人工呼吸器装着日数が長期になればなるほど胸部コンプライアンスは低下し、一回換気量を維持するためには、より強い気道内圧が必要になる³³⁾。これによって、肺胞の圧損傷のリスクが高まると考えられる。レントゲン写真については、ICUなどの集中治療部門と違い、一般病棟では毎日レントゲン写真を撮影しない場合も多い。しかし、特にレントゲン写真を時系列で比較していくことにより、肺の状態の変化を視覚的に把握することができ、合併症発症の予測につながる。

一般病棟で人工呼吸器管理を必要とする患者は、集中治療部門とは違い、状態の急激な変化が少ない慢性的な状態で、長期に人工呼吸管理を必要とする場合が多い。そのため、合併症が発症するリスクも高く、それらの発症を予測するために必要な観察の視点が浮き彫りになったと考える。また、一般病棟では集中治療部門よりも病床数が多いため、効率の良い観察の視点が浮き彫りになったとも言える。

2) 人工呼吸器ケアにおける判断について

人工呼吸器ケアにおける判断は、人工呼吸器を装着した患者の呼吸状態と人工呼吸器自体を観察し、それをどのようにアセスメントするかの内容である。また、ケアとして実施した後どのように評価するのかの内容である。

判断の第1因子である『換気状況の判断』の質問項目は、体位によって一回換気量に変化があることや、胸郭の柔軟性や動きなどの呼吸運動が換気に影響している、という内容と、気管内の分泌物が肺胞に貯留したり、気管内吸引によって肺胞が虚脱することで換気面積が減少し、ガス交換に影響するという2つの内容が分類整理されている。このことは、人工呼吸器装着患者の換気状況を判断するためには、痰や分泌物による気道の閉塞だけではなく、疾患によって呼吸運動が障害されていないか、さらに人工呼吸による陽圧換気や吸引などのケアが患者の換気に影響を及ぼしていないかを判断する必要がある、ということを示唆している。

第2因子の『異常の早期発見のためのレントゲン写真による判断』の質問項目は、無気肺や肺炎、胸水などの病態の判断のためのみならず、以前のもものと比較読影することで、状態の変化の判断を行っているかが分類整理されている。また、気管チューブや中心静脈カテーテル、経鼻胃管が正しい位置に、正しい経路で入っているかの判断についても分類整理されている。これらの医療器具が効果的に使用されるため、また重大な医原性事故を未然に防ぐためには、レントゲン画像による確認とその判断が必要になる³⁴⁾。実際の気管内チューブの先端が気管のどの部分に留置されているのかを確認し、安全の判断を行っているかという、より高い知識と判断能力が必要な項目と考えるが、人工呼吸器装着患者の安全な呼吸器管理にとっては重要な因子である。

第3因子の『合併症予測のための判断』の質問項目は、人工気道及びカフによる皮膚・粘膜の損傷や、人工呼吸器のエラーやアラームについての判断が分類整理されている。カフには、気管の形状にフィットして気道粘膜を密閉することにより、エアを漏れることなく肺に到達させる、口腔内分泌物や嘔吐物が肺に流れ込むことを防ぐ、気管チューブの気管内の固定を助ける、という3つの大きな役割がある。カフ圧はサイレントアスピレーションからの肺炎発生を予防するために、

20cmH₂O を最低圧とし、気管壁の細動脈血流圧約50cmH₂O を超えると気管粘膜下は虚血状態となり、壊死などの障害が発生してしまうため、30cmH₂O を超えない圧で管理を行う必要がある³⁵⁾。また、カフ上部の吸引について、72時間以上の長期挿管患者に限定したカフ上部吸引や口腔内吸引は、有意に人工呼吸関連肺炎

(Ventilator-associated pneumonia, 以下: VAP) の発生率を半減することが示されており、VAP という二次障害予防のための判断だと言える。人工呼吸器のエラーやアラームについては、第5因子にその内容に関する質問項目が分類整理されているが、エラーやアラームが二次障害もしくは生命の危機につながるという危機感を常に持ちながら人工呼吸管理を行う必要がある³⁶⁾。口腔内の清潔について、VAP は患者予後を悪化させるために、多くの施設がその防止策である VAP バンドル³⁷⁾ を採用しており、なかでも口腔ケアは必要不可欠な対応で、“Oral care is critical care”とさえ言われている³⁸⁾。したがって、挿管患者は口腔内の自浄作用が低下している、ブラッシングによる菌垢の除去が必要だと判断しているという質問項目は、VAP 予防のための判断だと考えられる。

第4因子の『より良い人工換気を行うための判断』の質問項目は、痰の粘稠度や蛇管の結露によって、加温・加湿器の調節の判断をすることが分類整理されている。ガス交換を阻害している要因が加温・加湿の調節で、ガス交換を阻害しないためにはどのように調節すればよいかを判断しているといえる。また、股関節軸とベッドの軸がずれることによって呼吸運動が抑制されているという判断については、の体位と胸郭運動との関連が深く、胸郭運動の抑制が呼吸運動を抑制し、ガス交換を阻害しているという判断を行い、より効果的な換気運動が行えるような体位にするための判断だと言える。

第5因子の『アラーム発生時の原因についての判断』の質問項目は、回路内圧上昇や回路内圧下降などのアラームが鳴った際、その原因がファイティングやバックギングなど、患者の自発呼吸と人工呼吸器による補助換気が同調していないことを、人工呼吸器の表示データや患者の胸郭の動きや呼吸様式によって判断している内容が分類整理されている。このような状況の場合は、効果的なガス交換が行われず、質問項目にあるように、低換気

や心負荷のかかる状態に陥ってしまう可能性があるため、その原因が人工呼吸器の設定の問題なのか、回路の問題なのか、その原因を判断してすぐに対処しなければいけない内容であると考ええる。

第6因子の『鎮静による安全・安楽を確保するための判断』の質問項目は、鎮静中の患者の苦痛をどのように判断しているのか、また鎮静度をどのように判断しているのかの内容である。鎮静度の判断は、RASSによって行われていることが多い³⁶⁾が、適切な鎮静度が保たれていないと、安全な人工呼吸器管理ができないだけでなく、患者の苦痛を緩和できないことにより、せん妄を引き起こす可能性もあるため、重要な判断項目だと考える。米国医療質改善研究所(Institute for Healthcare Improvement : IHD)は、人工呼吸器装着患者のケアバンドルを示しており³⁷⁾、その中の一つに、毎日のセデーション休止を行い、抜管できる状態か毎日評価する、という項目がある。しかし、このガイドラインは集中治療領域で推奨されているもので、マンパワーや患者の安全が十分に確保された状態で行われるべきだと考える。また、蛇腹の結露が体位変換の際に誤嚥する可能性があるかと判断している、加温加湿器による気道熱傷の可能性があると判断している、という質問項目は、患者が鎮静されていることによって引き起こされるリスクであるため、鎮静度の確認と共に留意すべき点である。なお、人工呼吸器の波形から患者の呼吸と人工呼吸器とが同調しているかの判断をしている、という項目は、集中治療領域においては必須の項目である。しかし、一般病棟においての人工呼吸器ケアでは、波形による判断よりもアラーム内容を判断することが優先されるため、因子負荷量が低い結果になったのではないかと考えられる。

3) 人工呼吸器ケアにおける実施について

人工呼吸器ケアの実施に関しては、観察し判断したことから実際のケアの実践をどのように行うのかという方法と、その時の目的や注意点を内容とした質問項目で構成されている。

第1因子の『最大換気量を維持するための実施』の質問項目は、体位変換の前後にカフ圧の確認を行う、気管吸引を行った後に呼吸音を聴取する、ROMは一回換気量を確認しながら行うなど、必要なケアを行うことによって、患者の最大換気量を阻害してしまう場合もあるという認識と、ケア

の前後に確認を実施することが必要である。また、横隔膜の位置を打診で確認することや、胸郭の硬さを触診すること、背部の聴診を行うことなど、呼吸運動や呼吸状態のフィジカルアセスメントを行うための方法が分類整理されている。最大換気量を維持するためには、ケアによっても患者の換気量を低下させる可能性があり、その前後に的確な方法でアセスメントを行う必要があることが示唆されている。

第2因子の『合併症予防のための実施』については、無気肺やVAP予防のためのケアの実施が分類整理されている。日本集中治療学会のVAPバンドルでは、人工呼吸中の患者を仰臥位で管理しない³⁹⁾とされており、35度以上の頭部拳上を中心とした体位変換の実施が必要だとされている。その際、胸郭運動が阻害されないように、両脇に枕を挟むなどのポジショニングの調整を実施する必要がある。また、気管吸引について、その目的は気道の開通であり、主気管支部より末梢の痰は気管吸引では除去できない⁴⁰⁾。また、気管吸引は侵襲的な処置であり、肺胞の虚脱や低酸素血症、血圧変動を起こす可能性があるという認識が必要である。そのため、吸引圧・吸引時間・挿入の長さを考慮して実施する必要がある。すべての患者に閉鎖式気管吸引を行っている施設もある。開放式吸引と閉鎖式吸引に、吸引量の有意差はなく、閉鎖式吸引は低酸素血症・肺胞虚脱の予防に優れていると言われており、閉鎖式吸引が推奨されている³⁸⁾。合併症を予防するためのケアの実施は、人工呼吸器を装着した患者に日常的に行われるため、その方法やケアの実施によって合併症を引き起こす可能性があるという認識が必要であることが示唆されている。

第3因子である『安全な気管チューブ固定の実施』の質問項目は、気管チューブの固定の方法や位置、固定による皮膚損傷を予防するための方法が分類整理されている。気管チューブの固定が確実に行われていないことにより、計画外の抜管が発生する可能性があることから、優先度の高い実施内容であると考ええる。各社から、気管内チューブの固定器具が販売されており、各用途に合わせて、適切な器具を選択して使用することも可能であるが、緊急時には固定用テープでの固定が必要である。人工呼吸器装着患者のケアを行う際には、必要な実施項目だと考える。

第4因子の『VAP予防のための気道クリアランスの実施』には、VAPバンドルに規定されている、口腔・気管吸引、カフ上部の吸引、頭部挙上、口腔ケアについての質問項目が分類整理されている。VAP予防のためには、1日3回～4回の口腔ケアが推奨されており、バイオフィルムの除去が必要だとされている。気管内吸引と同様、口腔ケアも手技によってはVAPを助長する可能性があるため、実施のための知識や手技の方法の獲得が必要である。

第5因子の『適切な加温・加湿とケア前後の声掛け実施』には、加温・加湿器使用による合併症予防のための方法や、鎮静中の患者に対する倫理的配慮の質問項目が分類整理されている。人工呼吸器装着患者には加温・加湿が必須であるが、気道熱傷や結露の気管への垂れ込みを予防するための実施が必要である。また、鎮静中の患者であっても、ケア前後に声をかけることは、倫理的な配慮だけではなく、状況を伝えることによってせん妄の予防にもつながると考える。倫理的な配慮は看護師なら誰もが持っているべき配慮であり、人工呼吸器を装着した患者がどのような思いで、どのような苦痛を持ちながら日常を過ごしているのかを考えることは、看護師が患者へ提供するケアを能動的に考え、実践することにつながると考える。

第6因子である『適切なカフ圧管理の実施』には、カフ圧の測定をいつ、どのように行うのかの質問項目が整理分類された。一般病棟においても、カフ圧管理にはカフ圧計が使用されていることがほとんどで、至適カフ圧に設定することが、気管チューブの固定とVAP予防につながることを理解しておく必要がある。なお、削除項目は、体位変換前の口腔内吸引、体位変換は2人で行っている、口腔ケアは6～8時間毎に行う、呼吸器回路接触前後の手洗い、の4項目であった。また、これらの項目は人工呼吸器ケアに特化したものではなく、全てに共通するケアとして、感染管理や安全・安楽に対する基本的な内容であり、看護職者として基本的に求められている実践内容である。そのために、今回の人工呼吸器ケアのチェックリストとしては、削除される内容となったのではないかと考えられる。つまり、この人工呼吸器ケア・チェックリスト案は、一般的なケアの実践基盤のある看護師が使用すべきもので、また、質の高い

人工呼吸器ケアの実践教育を必要とした場合に、その看護過程における看護実践における思考過程を把握するためのチェックリスト案としてのみ活用できるものと考えられる。

2. 人工呼吸器ケア・チェックリスト案の内的整合性と安定性の検討

すべての因子について、信頼性係数クロンバック α 係数を算出した。その結果、1因子を除き0.64～0.93とほぼ満足できる結果であり、内的整合性は確認できたと考える。ただし、実施の第6因子である『適切なカフ圧管理の実施』に関しては、項目数が少なく、クロンバック α 係数が0.52と低かった。しかし、カフ圧の管理は、換気量の維持・気管チューブの固定・VAP予防の3つの目的があり、人工呼吸器ケアの実施においてきわめて重要な因子であると判断し採択した。

安定性の検討については、因子ごとにtest-retest間の相関係数を算出した。その結果、このチェックリスト案の安定性は検証されたと考える。(rs=0.55～0.85, p<0.01)。特に、『換気状況の判断』『異常の早期発見のためのレントゲンによる判断』『最大換気量を維持するための実施』は、非常に強い相関係数を示す因子であり、一般病棟において経験的・習慣的に行われている内容であると判断できる。最も安定性の低かった『緊急時の準備とポジショニングの確認』については、状況において変化しやすい内容であると考えられる。また、test-retestにおいて、得点が上昇していることから、今回のチェックリストに回答することで、新たな気づきがあったと考えられる。

3. 人工呼吸器ケアにおける教育プログラム開発への活用

今回の研究によって、一般病棟看護師が行う人工呼吸器ケアの看護実践過程について観察・判断・実施の視点でそれぞれの看護実践に関する因子を明らかにすることができた。一般病棟看護師は、本チェックリストを活用することで、人工呼吸器ケアの実践において必要な項目を、その意味や状況を適切に判断し、看護過程として実践することができる。また、人工呼吸器ケアを行う看護師の実践過程を評価するためのチェックリストとしても活用することができ、実践者自身に必要な人工呼吸器ケアを知ることができる。効果的な教育プログラムを作成するためには、対象となる看護師が、自分自身の看護実践に関する学

習ニーズを自己査定し、プログラム開発者が対象者の学習ニーズに関する情報を収集する必要がある⁴⁾。本チェックリストによって、実践者が人工呼吸器ケアにおける看護実践過程を把握し、かつ教育プログラム開発者がそれを客観的に把握するために活用することができると思う。

VI. 研究の限界と今後の課題

今回は一般病棟の看護師が、人工呼吸器ケアに必要な看護実践過程について、思考過程を含めて把握するための必要項目を抽出し、その内的整合性と安定性の検討を行なったに過ぎない。しかし、看護過程は一連の過程であり、実践においては分断して行われているものではない。人工呼吸器ケアに関する教育プログラムを検討していくには、共分散構造分析より因子間の関連を明らかにし、それぞれの因子の連続性や順序性を検討する必要がある。また、看護師の経験年数や所属部署などの背景により、人工呼吸器ケアの熟練度も異なることが推察される。今回明らかになったチェックリストをもとに、背景による特徴を明らかにし、その特徴にあわせた集合教育や個別指導などを検討する必要があるため、更なる研究継続の必要性を実感している。

VII. 研究協力者

児嶋章仁・関西医療大学保健看護学部保健看護学科・助教

川島孝太・りんくう総合医療センター・ICU 看護師長・集中ケア認定看護師

福田敦子・神戸大学大学院保健学研究科・講師

宮脇郁子・神戸大学大学院保健学研究科・教授

VIII. 参考文献

- 1) 日本呼吸療法医学会：人工呼吸器安全使用のための指針 第2版.人工呼吸: Vol.28, No.2, 210-225
- 2) Scheinhorn DJ,Chao DC, Stearn-Hassenpflug M,et al:Post-ICU mechanical ventilation.treatment of 1,123 patients at a regional warning center.Chest 1997;111:1654-1659
- 3) 中西美貴:呼吸療法の安全における現状と課題 - 看護師の立場から -.人工呼吸 2012 ; 29 : 26-30
- 4) 宮地哲也, 謝宗安, 廣瀬稔:人工呼吸器と付属機器の使用実態調査. 人工呼吸 2006 ; 23 : 92-97
- 5) 「呼吸ケアチーム」活動の現状, 社会医療法人仁愛会医報 2011 ; 12 : 1-4
- 6) 下村幸子, 中川かおり, 中田満子. ICU 看護師による人工呼吸器ラウンド活動報告, 呼吸器ケア 2008 ; 6 : 193-1998
- 7) パトリシア・ベナー著(早野 ZITO 真佐子訳). ベナー ナースを育てる 第2章 臨床状況下における教育と学習、第1部 変革、危機、そして機会. 東京. 医学書院 : 2011. 79
- 8) 永井千賀子, 田中三千代, 栗原早苗. 人工呼吸器を担う看護師の意識調査, 金沢大学附属病院看護研究発表論文集録 2010 ; 42 : 97-100
- 9) 山口久美, 鈴木順子, 南里千春. 呼吸サポートチームによる看護師の呼吸アセスメント能力向上の試み : 実践的ツールの作成・普及, 人工呼吸 2012 ; 30(1) : 62-65
- 10) L.CABRINI,G.MONTI,M.VILLA,A.PISCH EDDA.Non-invasive ventilation outside the Intensive Care Unit for acute respiratory failure:the perspective of the general ward nurses.MINERVA ANESTESIOLOGIA 2009 ; 75 : 427-433
- 11) 宮沢玲子, 茂呂悦子, 神山淳子. 人工呼吸器関連肺炎予防のための看護ケアの臨床的評価, ICU と CCU 2012 ; 36 : 53-57
- 12) 三浦弘恵, 松田安弘, 鈴木美和 他. 看護問題対応行動自己評価尺度(OPSN)の開発 - 信頼性・妥当性の検証 -, 看護教育学研究 2002 ; 11(2) : 6-7
- 13) 亀岡知美. 看護師目標達成行動尺度, 看護実践・教育のための測定用具ファイル開発過程から活用の実際まで, 舟島なをみ(監修), 東京 : 医学書院 ; 2006 : 63-74
- 14) 石井京子, 藤原千恵子, 星美和 他. 看護師の職務キャリア尺度の作成と信頼性と妥当性の検討, 日本看護研究学会雑誌 2005 ; 28(2) : 21-30
- 15) 鈴木美和, 定廣和香子, 亀岡知美 他. 看護職者の職業経験の質に関する研究 - 測定用具「看護職者職業経験の質の評価尺度」の開

- 発, 看護教育学研究 2004 ; 13(1) : 37-50
- 16) Klaus Krippendorff : メッセージ分析の技法
—「内容分析」への招待. 劉草書房 ; 1989
- 17) 道又元裕, 小谷透, 神津玲 : 人工呼吸管理実
践ガイド. 照林社 ; 2009
- 18) 豊岡秀訓 : 人工呼吸器の使い方. 照林社 ; 2004
- 19) 道又元裕 : 気管吸引・排痰法. 南江堂 ; 2012
- 20) 日本呼吸療法医学会セミナー委員会 : ナース
のための人工呼吸 Q&A200. メディカ出版 ;
2010
- 21) 露木菜緒 : 使いこなし人工呼吸器. 南江堂 ;
2012
- 22) 廣瀬稔 : 人工呼吸ケア実践ガイド. 学研 ; 2011
- 23) 村上宣寛 : 心理尺度の作り方. 北大路書房 ;
2013
- 24) 小塩真司, 西口利文 : 質問紙調査の手順. ナ
カニシヤ出版 ; 2011
- 25) 小塩真司 : 実践形式で学ぶ SPSS と Amos に
よる心理・調査データ解析. 東京図書 ; 2013
- 26) 小塩真司 : 第 2 版 SPSS と Amos による心
理・調査データ解析 因子分析・共分散構造
分析まで. 東京図書 ; 2012
- 27) 田部井明美 : SPSS 完全活用法 共分散構造分
析(Amos)によるアンケート処理(第 2 版). 東
京図書 ; 2011
- 28) Robert C. MacCallum, Keith
F. Widaman, Shaobo Zhang and
Hong : Sample Size in Factor
Analysis. Psychological Methods 1999
Mar ; 4(1) : 84-99
- 29) 戎初代 : 人工呼吸器を装着中の患者. Nursing
Today 2009 ; 24(5) : 34-35
- 30) 日本呼吸療法医学会 : 人工呼吸中の鎮静のた
めのガイドライン. 人工呼吸中の鎮静ガイド
ライン作成委員会 ; 2007
- 31) GUIDELINE FOR PREVENTING
HEALTHCARE ASSOCIATED
PNEUMONIA, Recommendations of CDC
and the Healthcare Infection Control
Practices Advisory Committee 2003
- 32) 林真理. 呼吸理学療法と看護, 人工呼吸
2011 ; 28(1) : 33-38
- 33) 山口大介. 人工呼吸管理中のリハビリテーシ
ョン, 総合リハビリテーション ; 2011 :
39(10) : 943-949
- 34) 丹羽雄大, 長谷川隆一. 胸部画像の読み方
人工呼吸管理患者, 呼吸器ケア ; 2010 :
8(12) : 1130-1135
- 35) 磨田裕. “ 気道確保と気道管理”. 第 15 回 3
学会合同呼吸療法認定士認定講習会テキス
ト, 3 学会合同呼吸療法認定士認定委員会
2010 : 262
- 36) 濱崎一美. 管理<人工呼吸器>, HEART
nursing ; 2008 : 21(4) : 370 - 376
- 37) Institute for Healthcare
Improvement. Implement the
ventilator bundle. <http://www.ihl.org/IHI/Topics/CriticalCare/IntensiveCare/Changes/ImplementtheVentilatorBundle.htm>. 2013.1
0
- 38) Oral care is critical care: Infection Control
Today (Infection Control Education
Institute). http://www.iceinstitute.com/webinar_oral_care.html. 2013.10
- 39) 日本集中治療医学会 : ICU 機能評価委員会.
人工呼吸関連肺炎予防バンドル 2010 改訂
版 :
2010. <http://www.jsicm.org/pdf/2010VAP.pdf>
- 40) 道又元裕 : 根拠でわかる人工呼吸ケア ベス
ト・プラクティス. 東京 : 照林社 ; 2008. 40-53
- 41) 三浦弘恵, 亀岡智美, 定廣和香子. 看護職者
の学習ニーズに関する研究—病院に就業す
る看護職者に焦点を当てて—, 看護教育学研
究 ; 2002 : 11(1).40-53