

●短 報●

## 流量膨張式蘇生バッグ換気時における気道内圧計の有用性

辻尾有利子<sup>1)</sup>・志馬伸朗<sup>2)</sup>・村田優子<sup>1)</sup>・徳平夏子<sup>2)</sup>・田畑雄一<sup>2)</sup>

キーワード: 流量膨張式蘇生バッグ, 気道内圧計, PEEP

### はじめに

流量膨張式蘇生バッグ (flow-inflating resuscitation bag: FIRB) には、終末呼気陽圧 (positive end-expiratory pressure: PEEP) や最大吸気圧 (peak inspiratory pressure: PIP) を調節できる、吸気・呼気時間の調節ができる、肺のコンプライアンスが推測できる、患者の呼吸リズムに合わせた換気が可能などの利点がある<sup>1,2)</sup>。しかし、熟練した技術がないと、有効な換気が行えず、換気不良・低酸素・圧外傷など患者に重篤な悪影響を与えるため<sup>2)</sup>、安全で確実な使用が重要である。

新生児や乳児では、肺容量が少なく、肺コンプライアンスが低い<sup>3)</sup>ため、患児の成熟度や病態に合わせた気道内圧の微細な調節が要求される<sup>4)</sup>。さらに、換気不全による悪影響の許容範囲が狭い。この場合に、気道内圧マノメータを用いることで、適正加圧による換気が達成できる可能性がある。今回、FIRBに気道内圧マノメータを組み込み、その有用性を新生児用テスト肺を用いた実験モデルにより検討した。

### 方 法

研究内容を理解し、データの収集から利用までを含めて参加に同意を得られたPICUに勤務する看護師25名と集中治療医、該当科主治医を含む医師25名の計50名を対象とした。

1) 京都府立医科大学・看護部 小児集中治療室

2) 同 集中治療部

[受付日:2012年3月5日 採択日:2012年8月9日]

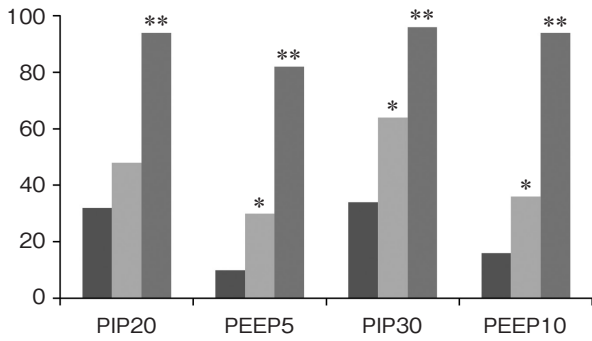
FIRB (容量500mL、五十嵐医科器械、東京)の回路に、ディスプレイ・インライン・マノメータ (以下、マノメータ) (MPI、東京)と新生児用テスト肺 (容量50mL、アトムメディカル、東京)を接続した。酸素ガス流量を8L/minとし、被験者にFIRBによる換気補助を指示した加圧値となるように用手換気を依頼し、5呼吸目の換気時の回路内圧をマノメータにより測定した。

指示加圧値は、1) PIP 20cmH<sub>2</sub>O、PEEP 5 cmH<sub>2</sub>O、2) PIP 30cmH<sub>2</sub>O、PEEP 10cmH<sub>2</sub>Oとした。1回目は対象者からマノメータが見えないよう盲目下加圧として、2回目はマノメータを見た研究者が対象者に口頭助言を行い、3回目は対象者自身がマノメータを見ながら実施した。各々の指示加圧値における実測値を測定し、目標達成率を比較検討した。なお、小児においては厳密な調整が必要であると考えたため、各々の指示加圧値の±1 cmH<sub>2</sub>Oを目標達成の許容範囲とした。統計検定には、カイ二乗検定を用い、 $p < 0.05$ を有意とした。

### 結 果

#### 1. 属 性

対象者50名のPICU経験年数は $6.5 \pm 5.5$ 年 (医師 $8.8 \pm 6.1$ 年、看護師 $3.9 \pm 3.3$ 年)であった。PICU経験が7年以上の者は21名 (42%)、7年未満は29名 (58%)であった。



\*\* p<0.01, vs. blind and observer-advised group, \* p<0.05, vs. blind group.  
black bar, blind group ; silver bar, observer-advised group ; gray bar, monometer-assisted group.

**Fig. 1 Achievement ratios of target airway pressure**  
Achievement ratios of target airway pressure at PIP of 20/30cmH<sub>2</sub>O and PEEP of 5/10cmH<sub>2</sub>O were significantly higher in the manometer group compared with other groups (p<0.01).

**2. 目標圧達成率 (Fig.1)**

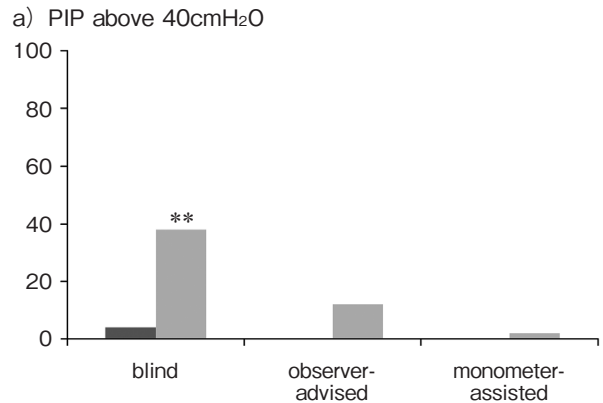
PIP 20cmH<sub>2</sub>O・PIP 30cmH<sub>2</sub>Oにおける目標圧達成率は、盲目下加圧で32%・34%、助言下加圧で48%・64%、マノメータ下加圧で94%・96%であり、特に盲目下加圧においては、目標達成圧を下回る割合が多かった(36%・40%)。PEEP 5 cmH<sub>2</sub>O・PEEP 10cmH<sub>2</sub>Oの目標圧達成率は、盲目下加圧で10%・16%、助言下加圧で30%・36%、マノメータ下加圧で82%・94%であり、特に盲目下加圧においては、目標達成圧を下回る割合が多かった(72%・58%)。いずれも、盲目下加圧の目標達成率はマノメータ下加圧に比べて有意に低かった(p<0.01)。マノメータ使用下加圧では、いずれの目標値に対しても80%以上の高い達成率を認めた。

**3. PIPが40cmH<sub>2</sub>O以上となる割合 (Fig.2a)**

対象者がPIPの目標値を維持できず、PIPを40cmH<sub>2</sub>O以上とする割合は、PIP 20cmH<sub>2</sub>O・PIP 30cmH<sub>2</sub>Oの目標時に、盲目下加圧で4%・38%、助言下加圧で0%・12%、マノメータ下加圧で0%・2%であり、PIP 30cmH<sub>2</sub>Oで、盲目下加圧時に有意に高かった(p<0.01)。

**4. PEEPが0 cmH<sub>2</sub>Oとなる割合 (Fig.2b)**

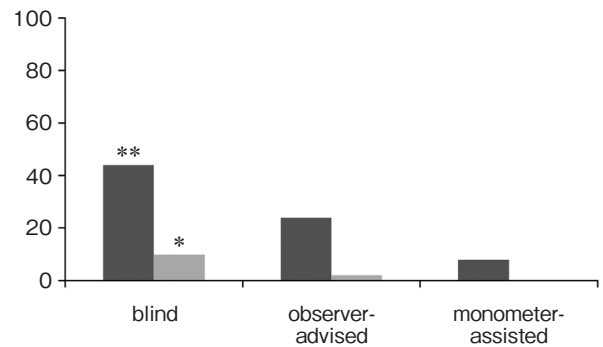
対象者がPEEPの目標圧を維持できず、PEEPを0 cmH<sub>2</sub>Oとしてしまう割合は、PEEP 5 cmH<sub>2</sub>O・PEEP 10cmH<sub>2</sub>Oの目標時に、盲目下加圧で44%・10%、助



\*\* p<0.01, vs. observer-advised and manometer-assisted group.  
black bar, PIP at 20cmH<sub>2</sub>O ; silver bar, PIP at 30cmH<sub>2</sub>O.

Percentages of showing PIP above 40cmH<sub>2</sub>O when targeting PIP of 30cmH<sub>2</sub>O was significantly greater in the blind group compared with other groups (p<0.01).

**b) PEEP of 0 cmH<sub>2</sub>O**



\*\* p<0.01, \* p<0.05 vs. observer-advised and manometer-assisted group.  
black bar, PEEP at 5 cmH<sub>2</sub>O ; silver bar, PEEP at 10cmH<sub>2</sub>O.

Percentages of showing PEEP at 0 cmH<sub>2</sub>O when targeting PEEP of 5 cmH<sub>2</sub>O was significantly greater in the blind group compared with observer-advised group (p<0.05) or manometer-assisted group (p<0.01). Moreover, in the blind group, percentage of showing PEEP at 0 cmH<sub>2</sub>O was significantly greater compared with manometer-assisted group (p<0.05) when targeting PEEP of 10cmH<sub>2</sub>O.

**Fig. 2 Percentages of showing extraordinary airway pressure**

言下加圧で24%・2%、マノメータ下加圧で8%・0%であり、盲目下加圧時に有意に高かった(p<0.01、p<0.05)。

**5. 経験年数による目標圧達成率の比較 (Table 1)**

PICU経験7年以上の経験者は、盲目下加圧(PIP 20cmH<sub>2</sub>O、PEEP 5 cmH<sub>2</sub>O)での目標圧達成率(p=

Table 1 Effect of provider experience on achievement ratios

		Experience= $\geq$ 7years	Experience<7years	P-value
PIP20	blind	48	21	0.04
	observer-advised	52	45	0.59
	monometer-assisted	100	90	0.67
PEEP5	blind	24	0	0.02
	observer-advised	43	21	0.09
	monometer-assisted	81	83	0.99
PIP30	blind	43	28	0.26
	observer-advised	81	52	0.03
	monometer-assisted	100	97	0.96
PEEP10	blind	24	10	0.20
	observer-advised	52	24	0.04
	monometer-assisted	100	90	0.67

The achievement ratios of PIP=20cmH<sub>2</sub>O or PEEP=5 cmH<sub>2</sub>O during blind ventilation, or PIP=30cmH<sub>2</sub>O or PEEP=10cmH<sub>2</sub>O during observer-advised ventilation were significantly higher in experienced group with  $\geq$ 7 years. Conversely, no significant differences were observed under manometer-assisted ventilation.

0.04, 0.02) および、助言下加圧 (PIP 30cmH<sub>2</sub>O、PEEP 10cmH<sub>2</sub>O) での目標達成率が有意に高かった ( $p=0.03$ , 0.04)。マノメータ使用下加圧では、経験年数による差を認めなかった。

## 考 察

FIRBによる換気補助は、経験年数にかかわらず<sup>5,6)</sup>、また肺のコンプライアンスによって、加圧値や換気量に差異が生じるとされる<sup>7)</sup>。今回の調査からも、盲目的加圧による目標達成率は10～34%と低く、確実な手技が行われているとは言い難かった。この低い達成率には、小さな肺容量が影響していた可能性がある。しかし、気道内圧マノメータを使用すると、目標圧達成率は全体として80～100%と高率となった。

特に盲目下加圧においては、PIP指示加圧値を上回る者が多く、PEEP指示加圧を下回る者が多かった。中でも、PIPが40cmH<sub>2</sub>Oを超えた者が4割近く存在し、盲目下加圧による圧損傷の危険性が示唆される。また、約半数がPEEPを0 cmH<sub>2</sub>Oとした。PEEPの維持が困難な場合、呼気時の肺泡虚脱を招き、呼吸状態の悪化を招く恐れがある。特に、5 cmH<sub>2</sub>O以上のPEEPを使用している患者においては、確実にそのPEEPレベルを維持すべきとされる<sup>8)</sup>。盲目的加圧は、適切なPIPやPEEPを提供できない侵襲の高い手技であることを認識すべきである。

マノメータの使用は2010年に改訂された新生児蘇生

ガイドライン<sup>9)</sup>や先行研究<sup>5)</sup>においても推奨されている。FIRBによる盲目下加圧は、特に低容量肺を対象とした場合に、極めて不確実で侵襲的な手技となることを認識し、安全で確実な換気補助の実施のためにマノメータを使用すべきである。

一方で、経験年数が長い場合に目標達成率がやや増加していた。PIPやPEEP、1回換気量、換気回数などの調整について、モデル肺を利用した練習が有用であったとする報告がある<sup>10,11)</sup>。マノメータが使用できない場合の対処として、訓練・学習を重ね適正手技の取得を行うことも重要である。

なお、今回は50mLサイズのテスト肺を用いて実施したが、実際の患者肺とは相違がある。看護師や医師がFIRBを用いる際、マノメータを使用していない場合は、患者の胸郭の動きを参考にして、バッグにかかる力を調節している可能性がある。しかし、盲目的に、テスト肺で同様の行為を行う時に、テスト肺の容量変化とバッグへの力のかけ具合が、実際の臨床と異なる可能性がある。また、連続して換気を重ねるため、学習効果により目標圧達成率が上昇した可能性は否定できない。

## 結 語

FIRBによる盲目下加圧は、確実にに行えていない。安全で確実な換気補助のために、経験や感覚に左右されない気道内圧マノメータの使用を徹底すべきである。

参考文献

- 1) 椎間優子, 宮坂勝之: マスク・バッグ換気. 小児の呼吸管理 Q & A (救急・集中治療 22巻3・4月号). 植田育也編. 東京, 総合医学社, 2010, pp297-302.
- 2) 松下澄子: ジャクソンリースによる加圧はなぜ必要? どう行う? Expert Nurse. 2003; 19: 30-33.
- 3) 松本弘: 小児の呼吸器系の解剖学的・生理学的特徴. 小児の呼吸管理 Q & A (救急・集中治療 22巻3・4月号). 植田育也編. 東京, 総合医学社, 2010, pp273-278.
- 4) 西大介, 大木茂: 新生児看護でよくある Q & A ジャクソンリースの正しい使い方, 効果が上がる使い方を教えてください。こどもケア. 2009; 4: 76-79.
- 5) 鈴木淳, 大槻勝明: ジャクソンリース加圧における気道内圧マノメータの有用性. 日クリティカルケア学会誌. 2008; 4: 88.
- 6) 大槻勝明: Q & A でかんたん理解! 人工呼吸ケア PART3 モニタリングと手動換気 手動換気: バッグバルブマスク ジャクソンリース. Expert Nurse. 2010; 26: 84-94.
- 7) Glass C, Grap MJ, Corley MC, et al: Nurses' ability to achieve hyperinflation and hyperoxygenation with a manual resuscitation bag during endotracheal suctioning. Heart Lung. 1993; 22: 158-165.
- 8) AARC clinical practice guideline. Endotracheal suctioning of mechanically ventilated adults and children with artificial airways. American Association for Respiratory Care. Respir Care. 1993; 38: 500-504.
- 9) 日本蘇生協議会・日本救急医療財団合同ガイドライン作成作業部会 NEO: 日本蘇生協議会ガイドライン 2010 第4章 新生児の蘇生 (NCPR).  
[http://jrc.umin.ac.jp/pdf/G2010\\_04\\_NCPR.pdf](http://jrc.umin.ac.jp/pdf/G2010_04_NCPR.pdf)
- 10) 稲葉麻里子, 愛須衣, 岸田敬子: 看護師のジャクソンリースによる用手的加圧法の実態と至適換気量との比較. 大阪労災病医誌. 2007; 30: 25-30.
- 11) 大塚将秀, 磨田裕: 用手加圧練習装置の試作とその効果の検討. 人工呼吸. 2002; 19: 45-49.