

特 集
NPPV

術後呼吸不全に対する NPPV

坪光祥晃・竹田晋浩

周術期呼吸器合併症は、循環器合併症と同程度かそれ以上の頻度であり、入院期間の延長をきたし、同時に生命予後の悪化を引き起こす^{1, 2)}。これに対して最も重要なのは術後呼吸不全の予防である。これを可能にするのは Lung-expansion maneuvers であって、肺容量を増やし無気肺を予防し、術後合併症を圧倒的に減らすことが可能になる。その第1選択は Deep-breathing exercise、Incentive spirometry であるが、これが不可能な場合には、CPAP が第1選択になる³⁾。周術期呼吸器合併症の発生リスクは、喫煙 (1.4～4.3倍)、全身状態 ASA II 以上 (1.7倍)、手術時間3時間以上 (1.6～5.2倍)、胸部・上腹部手術 (10～40%) により高まるが、これに加えて COPD (2.7～4.7倍) などの基礎疾患でもリスクが高まるのである。つまり、術後呼吸器合併症の発生には、元から存在する合併症の状態に強く依存することが示唆されたのである⁴⁾。

術後呼吸不全について考える。術後呼吸不全にいたる原因は多彩であり、無気肺、細菌性肺炎、肺水腫、高度手術侵襲による急性肺傷害 (ALI) が多い。

術後呼吸不全に対する NPPV の使用についての報告をいくつか述べる。術後早期では術直後のリカバリー室での呼吸不全に対して NPPV 使用は非常に有効であるとする報告⁵⁾がある。この研究では呼吸数 > 25bpm、< 10bpm もしくは、 $PaO_2/FiO_2 < 300$ 、胸部 Xp 上異常所見、異常呼吸音を認めれば導入とし、NPPV を 1～2時間使用した。12ヶ月間で 4,622 人の

手術症例のうち、83人が対象となった。胸部手術患者の10%、心血管手術患者の8%、腹部手術患者の3%がここに含まれる。また、導入となった83人の患者の内訳としては、55%が呼吸器合併症患者であり、33%が腹部手術後の患者であった。低酸素血症に対しては CPAP を使用し、高炭酸ガス血症に対しては Bilevel-PAP を使用した。結果は、すべての症例において、pH、 PaO_2 、 $PaCO_2$ で改善を認め、一般病棟へ帰室となった。

このように術後によく見受けられる呼吸器合併症に注目が集まる中、各種術後呼吸不全に対して NPPV が有効であるというデータが示されたのである^{6, 7)}。各施設で術後呼吸不全に対し NPPV を使用した報告がいくつか示され、この結果として特定の疾患には有効である可能性があると考えられた^{8, 9)}。

実際に、心臓大血管系・呼吸器系・消化器系に分けて疾患別に各報告を見ていくと、心臓大血管系、特に CABG 術後では、肺水腫や無気肺の合併が生じやすいが、CPAP は無気肺の予防には役立たなかったという報告¹⁰⁾がある。その一方で酸素化能を改善し、肺血管外水分量の増加を予防する効果は認められた^{11, 12)}。特に Matte らの報告では、Bilevel-PAP 5/12cmH₂O、CPAP 5cmH₂O、conventional で比較し、VC (ml) では 364:260: - 342 (P < 0.001) であり、FEV1.0 (ml) では 80:95: - 142 (p < 0.001) という結果であり、また、CABG 後に NPPV を予防的に使用し Bilevel-PAP と CPAP を比較すると、Bilevel-PAP は CPAP に比べて無気肺をより早く改善するが、酸素化能・肺

機能・ICU 滞在日数に有意差は生じないということである¹³⁾。胸部・腹部大動脈手術後に CPAP を予防的に使用し、一般的肺理学療法と比較すると、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100$ ・無気肺・肺炎・再挿管率は有意に低く、肺合併症を減少させ、入院日数減少 22 日：34 日 ($p = 0.048$) をもたらしている¹⁴⁾。

呼吸器手術後において、肺切除後の呼吸不全に対して NPPV 治療を行うと従来のスタンダードなものに比べ、2 時間後には HR・呼吸数・ $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ で有意な改善を認め、NPPV：conventional で比べ、気管挿管移行率で 21%：50% ($p = 0.035$)、院内死亡率で 13%：38% ($p = 0.045$) という報告¹⁵⁾も見受けられる。

消化器手術における報告を見ていくと、腹部手術後の呼吸不全に対して NPPV 治療を行った報告¹⁶⁾では、Bilevel-PAP は 72 例中 48 例 (67%) で有効であった。有効群と無効群で $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ で 194：123 ($p < 0.01$)、ICU 滞在日数で 17 日：34 日 ($p < 0.01$)、ICU 死亡率で 6%：29% ($p < 0.01$) と有意差が示されている。上腹部予定手術後の低酸素血症に対して CPAP 治療を行った報告¹⁷⁾がある。内訳は colectomy, gastrectomy, pancreatico-duodenectomy, retroperitoneal mass, liver resection, liver transplant の患者で抜管後 1 時間以内に $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$ を導入基準とし、1,322 症例中 209 症例 (16%) が登録された。治療目標は $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 333$ としたが、Control 群と比較して、酸素化能では 432：341 ($p < 0.01$)、酸素化目標到達時間では 19hr：28hr ($p < 0.006$)、再挿管は 1 例：10 例 ($p = 0.005$)、肺炎は 2 例：10 例 ($p = 0.002$)、感染は 3 例：11 例 ($p = 0.03$)、敗血症は 2 例：9 例 ($p = 0.03$) で有意差が認められた。院内死亡については CPAP 群では 0 例であったが、コントロール群では 3 例であった。この研究では対象症例は各群 100 例程度であったが、臨床上 CPAP 群が全例生存退院であったということが注目すべき点である。食道癌術後に CPAP を予防的に使用した報告¹⁸⁾では、開胸・開腹・2 領域リンパ節廓清を行い、術翌日朝に抜管し予防的に 3 日間 CPAP を行ったものであるが、再挿管率は CPAP：Control = 3%：19% で差が認められた。

最も NPPV が有用と考えられる術後患者は、移植後患者であると考えられる¹⁹⁾。移植患者は非常に高い死亡率を示すが、その原因となっているのは感染症

であるからである。気管挿管されている患者は VAP になる可能性が高い (約 33%)。NPPV は気管挿管を減らし、ICU 滞在日数・ICU 死亡率を減少させる。また両肺移植後の呼吸不全に対して NPPV (Bilevel-PAP) 治療を行った場合、21 人中 18 人に有効であり、全例生存退院したという報告²⁰⁾もある。

この一方で重症呼吸不全に NPPV が有効であるかどうかの RCT は行われていない。逆に NPPV が失敗に終わった原因として ALI/ARDS が要因となっているという報告²¹⁾はある。ARDS に対して NPPV を施行している場合の成功率は 50% であり、心原性肺水腫・COPD 急性増悪というような現在では NPPV が First choice とされるようなものに対しての治療効果と比べると明らかに低い。ARDS の生存率は、肺だけの状態ではなく全身状態に依存しており、全身状態を考慮し APACHE II スコア・SAPS II スコアが低いものの方が成功率は高いという報告^{22~29)}もある。この部分に関し、特にトレーニングされた施設で行うことが推奨される。

このように術後呼吸不全に対して NPPV の有効性はかなりの期待を抱かせる。成績の良い研究は軽度の低酸素血症 ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$ 程度) で導入、もしくは術後早期より導入し、そして反応性が良い症例を対象としている。このように症例を選び、躊躇せず NPPV を施行すべきである。しかしながら、重症呼吸不全・ARDS などにおいて、有効性はかなり限定的であることを踏まえ、術後呼吸不全の管理としては呼吸器合併症の発症を未然に防ぐことが重要であり、呼吸不全症状が早期のうちに NPPV を含めた適切な呼吸管理をしていく必要がある。これが、病状の早期改善をもたらし、かつ生命予後を改善する最も効果的な治療法であることを忘れてはいけないと考える。

参考文献

- 1) Lawrence VA, Hilsenbeck SG, Mulrow CD, et al : Incidence and hospital stay for cardiac and pulmonary complications after abdominal surgery. *J Gen Intern Med* 10 : 671-678, 1995
- 2) Lawrence VA, Dhanda R, Hilsenbeck SG, et al : Risk of pulmonary complications after elective abdominal surgery. *Chest* 110 : 744-750, 1996
- 3) Lawrence VA, Cornell JE, Smetana GW, et al : Strategies to reduce postoperative pulmonary complications after noncardiothoracic surgery : Systematic review for the

- American College of Physicians. *Ann Intern Med* 144 : 596-608, 2006
- 4) Smetana GW : Preoperative pulmonary evaluation. *N Engl J Med* 340 : 937-944, 1999
 - 5) Battisti A, Michotte JB, Tassaux D, et al : Non-invasive ventilation in the recovery room for post-operative respiratory failure : a feasibility study. *Swiss Med Wkly* 135 : 339-343, 2005
 - 6) Pennock BE, Kaplan PD, Carlin BW, et al : Pressure support ventilation with a simplified ventilatory support system administered with a nasal mask in patients with respiratory failure. *Chest* 100 : 1371-1376, 1991
 - 7) Pennock BE, Crawshaw L, Kaplan PD : Noninvasive nasal mask ventilation for acute respiratory failure. Institution of a new therapeutic technology for routine use. *Chest* 105 : 441-444, 1994
 - 8) Metha S, Hill NS : Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 163 : 540-577, 2001
 - 9) Liesching T, Kwok H, Hill NS : Acute applications of noninvasive positive pressure ventilation. *Chest* 124 : 699-713, 2003
 - 10) Pinilla JC, Oleniuk FH, Tan L, 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
 - 11) Jousela I, Räsänen J, Verkkala K, et al : Continuous positive airway pressure by mask in patients after coronary surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 38 : 311-316, 1994
 - 12) Matte P, Jacquet L, Van Dyck M, et al : Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol Scand* 44 : 75-81, 2000
 - 13) Pasquina P, Merlani P, Granier JM, et al : Continuous positive airway pressure versus noninvasive pressure support ventilation to treat atelectasis after cardiac surgery. *Anesth Analg* 99 : 1001-1008, 2004
 - 14) Kindgen-Milles D, Muller E, Buhl R, et al : Nasal-continuous positive airway pressure reduces pulmonary morbidity and length of hospital stay following thoracoabdominal aortic surgery. *Chest* 128 : 821-828, 2005
 - 15) Auriant I, Jallot A, Herve P, et al : Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following lung resection. *Am J Respir Crit Care Med* 164 : 1231-1235, 2001
 - 16) Jaber S, Delay JM, Chanques G, et al : Outcomes of patients with acute respiratory failure after abdominal surgery treated with noninvasive positive pressure ventilation. *Chest* 128 : 2688-2695, 2005
 - 17) Squadrone V, Cocha M, Cerutti E, et al : Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia. A randomized controlled trial. *JAMA* 293 : 589-595, 2005
 - 18) Fagevik Olsen M, Wennberg E, Johnsson E, et al : Randomized clinical study of the prevention of pulmonary complications after thoracoabdominal resection by two different breathing techniques. *Br J Surg* 89 : 1228-1234, 2002
 - 19) Antonelli M, Conti G, Bufi M, et al : Noninvasive ventilation for treatment of acute respiratory failure in patients undergoing solid organ transplantation : A randomized trial. *JAMA* 283 : 235-241, 2000
 - 20) Rocco M, Conti G, Antonelli M, et al : Non-invasive pressure support ventilation in patients with acute respiratory failure after bilateral lung transplantation. *Intensive Care Med* 27 : 1622-1626, 2001
 - 21) Antonelli M, Conti G, Moro ML, et al : Predictors of failure of noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure; multi-center study. *Intensive Care Med* 27 : 1718-1728, 2001
 - 22) Antonelli M, Conti G, Esquinas A, et al : A multi-center survey on the use in clinical practice of noninvasive ventilation as a first-line intervention for acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 35 : 18-25, 2007
 - 23) Antonelli M, Conti G, Rocco M, et al : A comparison of noninvasive positive pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med* 339 : 429-435, 1998
 - 24) Hess DR : The evidence for noninvasive positive-pressure ventilation in the care of patients in acute respiratory failure : a systematic review of the literature. *Respiratory Care* 49 : 810-829, 2004
 - 25) Demoule A, Girou E, Richard JC, et al : Increased use of noninvasive ventilation in French intensive care units. *Intensive Care Med* 32 : 1747-1755, 2006
 - 26) Agarwal R, Reddy C, Aggarwal AN, et al : Is there a role for noninvasive ventilation in acute respiratory distress syndrome? A meta-analysis. *Respir Med* 100 : 2235-2238, 2006
 - 27) Honrubia T, Garcia Lopez FJ, et al : Noninvasive vs conventional mechanical ventilation in acute respiratory failure : a multicenter, randomized controlled trial. *Chest* 128 : 3916-3924, 2005
 - 28) Bersten AD, Edibam C, Hunt T, et al : Incidence and mortality of acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome in three Australian states. *Am J Respir Crit Care Med* 165 : 443-448, 2002
 - 29) Yoshida Y, Takeda S, Akada S, et al : Factors predicting successful noninvasive ventilation in acute lung injury. *J Anesth* 22 : 201-206, 2008