

●症 例

陽・陰圧体外式人工呼吸療法により改善した閉塞性肺炎の1例

谷山 大輔^{a,b} 川合 祥子^a 宮本 京介^a 真下 周子^a 坂巻 文雄^a

要旨：症例は70歳，男性．脊髄小脳変性症のため，日常生活動作は全介助の状態であった．入院2週間前から喀痰の増加と発熱を認め，胸部X線写真による左中下肺野の肺炎の診断で入院となった．数種類の抗菌薬治療に反応せず，肺炎による呼吸不全，炎症反応は悪化傾向で，喀痰による無気肺に伴う閉塞性肺炎と考えた．入院34日目に陽・陰圧体外式人工呼吸器を装着した．その後肺炎は改善傾向を示し，人工呼吸器離脱後も再燃なく経過した．喀痰の喀出が困難な閉塞性肺炎に対して陽・陰圧体外式人工呼吸療法が有効であった1例と考えられた．

キーワード：陽・陰圧体外式人工呼吸器，高頻度振動換気法，閉塞性肺炎

Biphasic cuirass ventilation (BCV), High frequency oscillation (HFO),
Obstructive pneumonia

緒 言

陽・陰圧体外式人工呼吸療法は，プラスチック製の cuirass という胸当てを装着することによって間欠的な胸腔内陰圧人工呼吸を行うもので，従来の陽圧人工呼吸療法に比べてより生理的な人工呼吸法である¹⁾．そのため，陽圧人工呼吸器使用の合併症である両側下肺野背側の無気肺や圧損傷の危険性がきわめて低いだけでなく，静脈還流量，肺血流，心拍出量の増加，さらには高頻度振動換気設定（クリアランスモード）により喀痰排出の改善が期待できる^{2,3)}．今回我々は，脊髄小脳変性症を基礎疾患とする難治性閉塞性肺炎症例において，陽・陰圧体外式人工呼吸器（biphasic cuirass ventilation：BCV），特に高頻度振動換気設定（クリアランスモード）を併用することにより改善を認めた症例を経験したので，報告する．

症 例

患者：70歳，男性．

主訴：発熱．

既往歴：気管支喘息，本態性高血圧，2型糖尿病，脊

髄小脳変性症，慢性硬膜下血腫（血腫除去術）．

喫煙歴：40歳まで1日数本喫煙していた．

生活歴：日常生活動作（activities of daily living：ADL）全介助．

現病歴：59歳時から歩行障害を認め，61歳時に脊髄小脳変性症と診断され，対症療法で経過観察となっていた．その後，徐々にADLは低下し65歳時に杖歩行，66歳時に車椅子での移動となった．67歳時より上肢と体幹失調が著明となり，68歳時より日中はほぼ臥床している状態となった．70歳時に慢性硬膜下血腫にて他院に入院した際に経口摂取困難となり，胃瘻を造設し退院となった．退院後よりADLの変化はなかったが，喀痰の増加と38℃の発熱を認め，2週間改善がないため入院となった．

入院時現症：体温38.5℃，血圧112/62 mmHg，脈拍74回/min・整，呼吸数18回/min，SpO₂92%（室内気），意識清明，心音は純，左下肺野でcoarse crackleを聴取した．腹部に異常所見を認めなかった．

入院時血液検査所見（表1）：WBC 20,500/μl，TP 5.8 g/dl，Alb 2.6 g/dl，AST 38 IU/L，ALT 49 IU/L，CRP 16.55 mg/dlと炎症反応高値，肝逸脱酵素の上昇，総蛋白とアルブミンの低下を認めた．動脈血ガスではpH 7.539，PaCO₂ 35.3 mmHg，PaO₂ 65.6 mmHg，HCO₃⁻ 29.5 mmol/Lと軽度の低酸素血症とアルカローシスを認めた．

画像検査：胸部X線写真では左中下肺野に浸潤影を認めた．胸部単純CTでは左下葉に気管支含気像（air bronchogram）と浸潤影を認めた．

連絡先：谷山 大輔

〒108-0073 東京都港区三田1-4-17

^a 東京都済生会中央病院呼吸器内科

^b 済生会横浜市東部病院総合内科

(E-mail: daisuketaniyama@gmail.com)

(Received 20 Feb 2013/Accepted 20 May 2013)

表1 入院時検査所見

Hematology		Biochemistry		Arterial blood gases (room air)	
WBC	20,500/ μ l	TP	5.8 g/dl	pH	7.539
RBC	399×10^3 / μ l	Alb	2.6 g/dl	PaCO ₂	35.3 mmHg
Hb	12.8 g/dl	Na	136 mEq/L	PaO ₂	65.6 mmHg
Ht	36.50%	K	3.8 mEq/L	HCO ₃ ⁻	29.5 mmol/L
Plt	37.0×10^3 / μ l	Cl	97 mEq/L	Sputum culture	
Coagulation		BUN	11 mg/dl	<i>Streptococcus agalactiae</i>	
PT	13.6 s	Cre	0.4 g/dl	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	
APTT	28 s	AST	38 IU/L		
		ALT	49 IU/L		
		ALP	278 IU/L		
		LDH	280 IU/L		
		CRP	16.55 mg/dl		

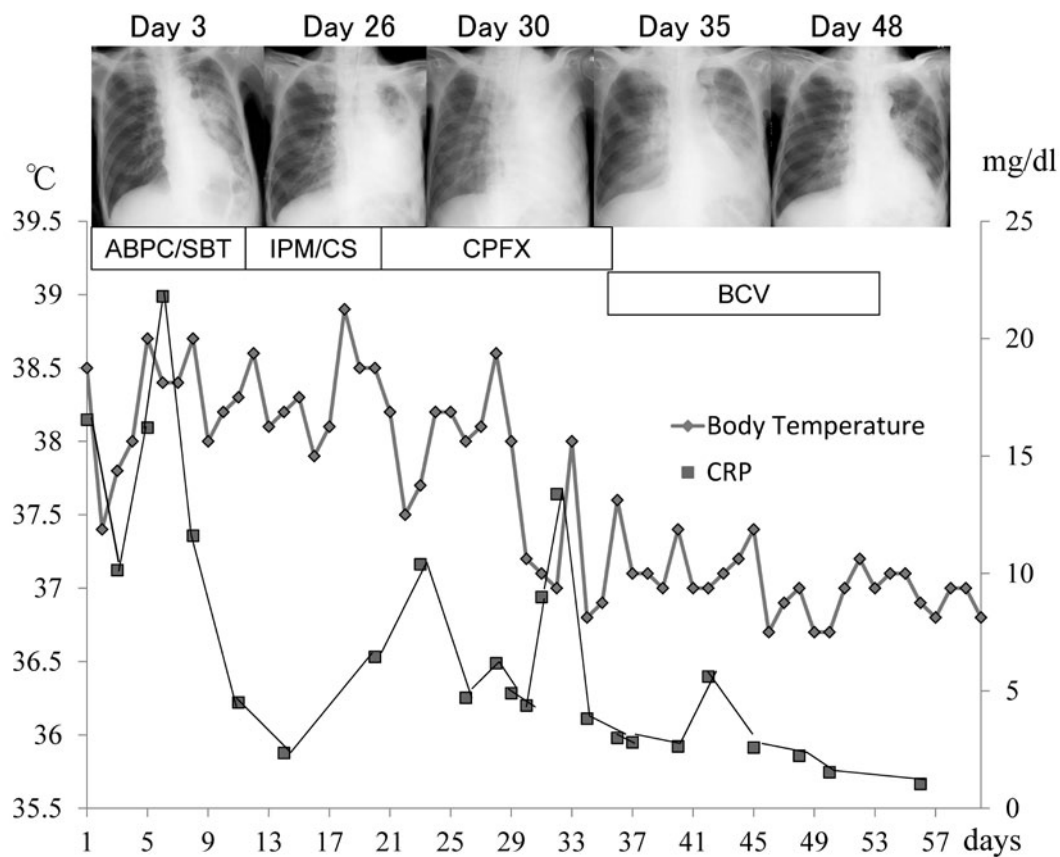
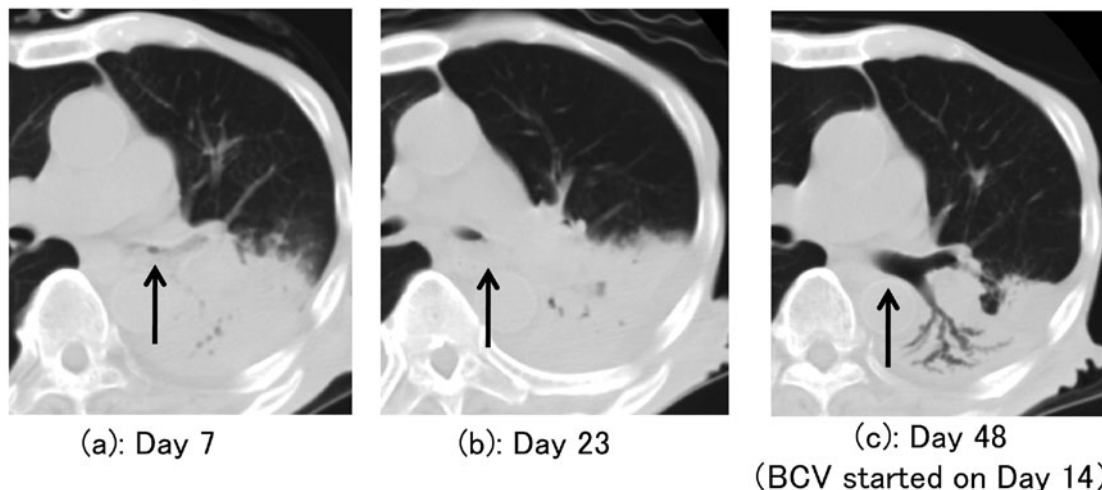


図1 臨床経過. 肺炎は抗菌薬投与で改善しなかった. 入院34日目に陽・陰圧体外式人工呼吸器 (biphasic cuirass ventilation: BCV) を装着した. BCV装着後, 肺炎は改善し, 再燃を認めなかった.

入院後経過 (図1): 入院後, 肺炎に対してアンピシリン/スルバクタム (ampicillin/sulbactam: ABPC/SBT) 6g/日で治療を開始したが, 改善は得られなかった. 喀痰培養から *Streptococcus agalactiae* と *Klebsiella pneumoniae* が検出されたため, 両者に感受性のあるイミペネム/シラスタチン (imipenem/cilastatin: IPM/CS) 1g/日に抗菌薬を変更したが, 同様の経過だった. さ

に入院20日目から今までカバーしていない異型肺炎をカバーするためシプロフロキサシン (ciprofloxacin: CFX) 600mg/日を使用したが, 改善は得られなかった. 入院25日目に突然, 痰による窒息から心肺停止となった. 心肺蘇生にて心拍は再開し, 意識レベルなども心肺停止前と同様の状態となったが, 家族の意向もあり, 陽圧人工呼吸器は使用せず, 気管チューブ下での自発呼吸で経

Chest Computed Tomography



Arterial Blood Gases (O_2 1L/min)

Before BCV

pH 7.549
 PaCO₂ 34.6 mmHg
 PaO₂ 80.6 mmHg
 HCO₃⁻ 29.6 mmol/L

After BCV

pH 7.496
 PaCO₂ 36.8 mmHg
 PaO₂ 105.3 mmHg
 HCO₃⁻ 29.8 mmol/L

図2 胸部単純CTとBCV施行前後での動脈血液ガス。(a)入院7日目の胸部単純CTでは左下葉に浸潤影を認めた。(b)入院23日目の胸部単純CTでは左下葉の浸潤影が悪化し、気管支透亮像が消失した。(c)入院48日目(BCV開始14日目)の胸部単純CTでは浸潤影は改善し、気管支の走行も見えるようになった(矢印は気管支を示す)。BCV施行前後での動脈血液ガスではPaO₂の上昇を認めた。

過をみる方針となった。気管チューブから喀痰吸引や体位ドレナージによる排痰も頻回に行われたが、発熱は持続し、胸部X線写真上は左閉塞性肺炎を呈した。胸部X線写真上の悪化の主因は喀痰排出困難なためと考え、入院34日目より本人と家族の了承を得て陽・陰圧体外式人工呼吸器(BCV; RTX レスピレータ®, 英国メディベント社製)を装着し、人工呼吸療法を開始した。なお、cuirassのサイズはMを選択し、コントロールモード(設定: -21/7 cmH₂O, I:E=1:1, 呼吸数20回/min)で人工換気を開始し、さらに排痰目的に高頻度振動換気設定(クリアランスモード)(設定: 600回/min)も併用した。BCV開始後、発熱は改善し医療者が吸引可能な気道分泌物の排出量の増加を認め、胸部X線写真上の左閉塞性肺炎も改善した。胸部単純CTでも左主気管支の含気は回復した(図2)。入院38日目に気管切開術を経て、入院53日目でBCVを終了した。この際の動脈血液ガスでBCV施行前と比べてPaO₂の上昇を認め(図2)、酸素療法を中止した。BCV終了後も肺炎の再燃はなく、気管切開口を開口したまま入院120日目に長期療

養型病院に転院した。

考 察

陰圧体外式人工呼吸器の開発の歴史は19世紀まで遡るが、実用的な陰圧人工呼吸器としては、1929年にアメリカのDrinkerらによりポリオの呼吸不全を治療するために発明された「iron lung(鉄の肺)」が最初である⁴⁾。この「鉄の肺」は現在の陰圧人工呼吸器と異なり、体全体を覆う装置が必要となるため、一部の医療機関でしか行えない治療であった。そのため、後にポリオが大流行し、大量の患者が発生した際に対応が難しく、より少ないスペースで行える気管挿管、気管切開下に行う陽圧人工呼吸療法が主流となった。現在では人工呼吸療法のほとんどが気管挿管下や気管切開下に行われる侵襲的人工呼吸療法(conventional mechanical ventilation: CMV)と気管挿管を行わない非侵襲的陽圧人工呼吸療法(non-invasive positive pressure ventilation: NPPV)である。陽圧人工呼吸療法は陰圧人工呼吸療法と異なり、設定した換気量や気道内圧を器械から提供できるため確実性が

高い。その反面、呼吸筋の収縮・伸展により横隔膜を引き下げ、胸腔内圧を陰圧にして肺を膨らませる、人間の生理的な呼吸である陰圧呼吸とは異なる。そのため両側下肺野背側の無気肺や圧損傷による気胸が報告されている⁵⁾⁶⁾。一方で陰圧人工呼吸療法は気管挿管、気管切開を必要とせず、より生理的な人工呼吸療法であるため、陽圧人工呼吸療法で問題となった合併症はきわめて起こりにくい。その反面、患者の体動ができずに喀痰の排出ができないことや体位交換などケアがしにくいこと、自発呼吸を補助するものであるため自発呼吸がない症例では使用できないといったデメリットもある。近年、陰圧人工呼吸器が小型化し、従来のデメリットが解消されつつあり、人間の生理的な呼吸に近い陰圧人工呼吸療法が見直されている。1980年頃から神経変性疾患を中心とする慢性呼吸不全にBCVが再び使われるようになり⁷⁾、さらにその後、筋萎縮性側索硬化症、間質性肺炎、急性呼吸窮迫症候群、慢性閉塞性肺疾患の急性増悪⁸⁾などの急性呼吸不全時や侵襲的人工呼吸管理との併用時にも使用されるようになった⁹⁾。

本症例は当初肺炎に対してABPC/SBTを使用していたが、改善せず喀痰培養から*S. agalactiae*と*K. pneumoniae*が検出されたため、肺炎の起病菌と考えて両者に感受性のあるIPM/CSに抗菌薬を変更した。しかし、肺炎の改善を認めず、さらに可能性は低いながら異型肺炎のカバーのためにCPFXに変更したが、入院25日目に痰詰まりによる心肺停止をきたした。この経過から肺炎の改善が不十分である原因として、排痰が不十分であることが考えられ、さらにその原因は基礎疾患にある脊髄小脳変性症と考えられた。そのため気管チューブからの吸痰と体位ドレナージを行えば排痰も十分で肺炎は改善すると考えたが、その後も胸部X線写真上の無気肺の悪化があった。心肺停止時から家族の意向で人工呼吸器の装着はしない方針となったが、今回の病態は排痰ができれば十分に改善が望めると考えた。そのため人工呼吸器の一環ではあるが低侵襲であり、陽圧人工呼吸療法で問題となる合併症の可能性はきわめて少ないことなどを説明し、了承を得たため、主に排痰目的でBCVを導入した。

BCVは同じ非侵襲性を特徴とするNPPVと同様に気道分泌物の多い症例は不向きとされていたが、最近の機器では本症例でも併用したクリアランスモードが可能であり、末梢気道の分泌物排出を促す二次的効果も期待され、呼吸状態の改善が得られると考えられている²⁾³⁾。本症例においても、BCVの特にクリアランスモードにより、気道確保下で喀痰吸引や体位ドレナージによる排痰が行われても改善しなかった排痰が十分できるようになったことで気道分泌排出量の増加を認め、胸部X線写真が

改善を示し、肺炎も改善した。その後はBCVを離脱しても肺炎の再燃は認めなかった。このことから、BCVのクリアランスモードによる喀痰排出がなされたことで、難治性の閉塞性肺炎の治療に成功したものと考えられた。本症例では入院20日目に抗菌薬をCPFXに変更したが、入院25日目に痰詰まりによる心肺停止となったこと、その際に留置した気管チューブからの喀痰吸引でもX線写真は入院30日目まで悪化傾向にあったこと、入院34日目にBCVを導入し翌日の入院35日目の胸部X線写真では改善傾向になったことは、喀痰による機械的な閉塞が解除されたことに矛盾しないと考え、抗菌薬の変更よりもBCV導入が病態改善の主因と考えた。

BCVはNPPVと同様に非侵襲性を長所として、神経疾患や呼吸器疾患のみならず、救急疾患においても使用されるようになった。また、最近では硬性気管支鏡施行時¹⁰⁾や小児の気管支喘息発作時の追加治療¹¹⁾としての使用の報告もあり、本症例のように喀痰が多い症例も含めてその適応範囲が広がりを見せており、今後のさらなる普及が期待される。

著者のCOI (conflicts of interest) 開示：本論文発表内容に関して特に申告なし。

引用文献

- 1) Martinez L, et al. Biphasic Cuirass Ventilation. Ventilator-Assisted Living 2010; 24: 4-5.
- 2) Takeda S, et al. The combination of external high-frequency oscillation and pressure support ventilation in acute respiratory failure. Acta Anaesthesiol Scand 1997; 41: 670-4.
- 3) Frades SH, et al. Eficacia del oscilador Hayek en el tratamiento de pacientes con bronquiectasias. Rev Patol Respir 2002; 5: 55-8.
- 4) Philip D, et al. The Use of a New Apparatus for the Prolonged Administration of Artificial Respiration: I. A Fatal Case of Poliomyelitis. JAMA 1929; 92: 1658-60.
- 5) Carron M, et al. Occurrence of pneumothorax during noninvasive positive pressure ventilation through a helmet. J Clin Anesth 2007; 19: 632-5.
- 6) Vianello A, et al. Pneumothorax associated with long-term non-invasive positive pressure ventilation in Duchenne muscular dystrophy. Neuromuscul Disord 2004; 14: 353-5.
- 7) 石原傳幸. 体外式陰圧人工呼吸器による Duchenne 型筋ジストロフィー患者の在宅治療. 神研の進歩 1990; 34: 245-50.
- 8) Cropp A, et al. Effects of intermittent negative

- pressure ventilation on respiratory muscle function in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1987; 135: 1056-61.
- 9) Bennett MR, et al. Chest wall oscillation in acute respiratory failure utilizing the Hayek oscillator. *Am Rev Resp Dis* 1993; 147: A983.
- 10) Kanda H. The clinical usefulness of biphasic cuirass ventilation in the prevention of hypoventilation during interventional bronchoscopy using a rigid bronchoscope. *Chest* 2012; 142: 866A.
- 11) 植田 穰, 他. 気管支喘息発作における追加治療としてのBCV (Biphasic Cuirass Ventilation). *日小児呼吸器会誌* 2012; 23: 146.

Abstract

Obstructive pneumonia improved by biphasic cuirass ventilation: A case report

Daisuke Taniyama^{a,b}, Shoko Kawai^a, Keisuke Miyamoto^a, Shuko Mashimo^a and Fumio Sakamaki^a

^aTokyo Saiseikai Central Hospital

^bSaiseikai Yokohamashi Tobu Hospital

A 70-year-old man, who had needed full assistance in his daily life because of spinocerebellar degeneration, had a 2-week history of productive cough and fever before admission and was diagnosed as having left middle-lower lobe pneumonia. His pneumonia did not improve despite antibiotic therapy, and respiratory failure because of it as well as the inflammatory reaction progressed. It was thought that he had obstructive pneumonia with atelectasis based on sputum in the peripheral airway. On hospital day 34, he was put on biphasic cuirass ventilation (BCV). After the start of BCV, the pneumonia improved gradually, with no recurrence after he was weaned from BCV. In the present case, BCV was effective for the treatment of obstructive pneumonia in a patient who had difficulty in expectorating sputum.