

●短 報●

人工呼吸下で発声できる Blom[®]気管切開チューブの有用性と問題点

塗谷栄治¹⁾・松本泰作^{1,2)}・谷口 真³⁾

キーワード: 人工呼吸器, 気管切開, 発声, Blom[®]気管切開チューブ

I. はじめに

気管切開を受けた人工呼吸器依存の患者では、発声は不可能であり、発声させるには、カフを脱気するなどの工夫が必要である。2011年12月にインターメドジャパン社から発売された Blom[®]気管切開チューブシステム (Pulmodyne 社製、米国、以下本システム) は、付属するスピーチカニューレを使用することにより、人工呼吸中でも、カフを脱気することなく、発声できるという利点を有する。

しかし、実際に使用する際には、気道の問題、換気の問題、人工呼吸器のセッティングの問題など、解決すべき点も多いと考えられる。今回、当施設に入院中の患者に、本システムを使用しその有用性と問題点について検討した。

II. 対 象

当院人工呼吸センターに入院中の6名の患者を対象とした。性別は、男性が4名でいずれも頸髄損傷であり、女性は2名で小脳梗塞後の脊髄損傷1名、筋萎縮性側索硬化症が1名であった (Table 1)。すべての患者は気管切開を受け、長期人工呼吸中であり、呼吸状態は安定していた。疾病の性格上、自発呼吸はきわめて微弱であった。患者の選定基準としては、意識が清

明であること、嚥下障害はないか、あっても軽度であり、このシステムの使用に協力的で理解力があることとした。

III. 方 法

人工呼吸器は全例 Servo-S[®] (MAQUET Critical Care 社製、ドイツ) を用い、施行前の換気モードは圧支持換気を加えた従圧式同期型間歇的強制換気または従圧式強制換気であった。本システムは、通常、外筒となるアウターカニューレに内筒となるインナーカニューレを装着して人工呼吸を行っている。それぞれの症例について、まずインナーカニューレ装着時の吸気換気量を確認し、その後インナーカニューレをスピーチカニューレに付け替えて、同量の吸気換気量が得られるように吸気圧を設定した (Fig. 1)。いずれの症例についても、付け替え前の換気量を得るのに、強制換気の設定圧を約 10cmH₂O 高く設定する必要があった。トリガーはフロートリガーで、Servo-S[®] の設定で5であったが、スピーチカニューレ装着後より、呼気終末にオートトリガーがかかる状態となり、全例、トリガーなしの従圧式強制換気とした (Table 1)。

その後、本システム使用時の発声状態の確認と、発声訓練を含めたトライアルを以下のような手順で開始した。まず、それぞれの症例に、呼気流を感じられるかを確認し、感じられた場合、呼気相に合わせて、母音を発声させた。発声できた症例には、徐々に母音から単語、さらに短い文章へと内容を増やしていった。呼気を感じられなかったり、呼吸困難やのどの痛みを訴

1) 医療法人社団浅ノ川 浅ノ川総合病院 麻酔科 (人工呼吸センター)

2) 富山県厚生農業協同組合連合会 滑川病院 麻酔科

3) 医療法人社団浅ノ川 浅ノ川総合病院 臨床工学部

[受付日: 2012年12月14日 採択日: 2013年4月8日]

Table 1 Subject demographics, medical diagnoses, and ventilation modes and settings

Subject	Sex	Age	Medical Diagnosis	Days on Ventilation	Swallowing ability	Tracheostomy Tube Size (mm)	FiO ₂ SpO ₂ (%)	Ventilation Mode and Setting Before the Blom speech cannula is placed		Ventilation Mode and Setting After the Blom speech cannula is placed		
								Mode	Setting	Mode	Setting	
1	M	69	Spinal cord injury (C3-4)	961	normal	9.0	30 99	SIMV	18cmH ₂ O	PCV	29cmH ₂ O	
								RR	4/min		RR	14/min
								PSV	15cmH ₂ O		PEEP	3 cmH ₂ O
								PEEP	3 cmH ₂ O		PEEP	3 cmH ₂ O
2	M	64	Spinal cord injury (C3-4)	150	Slightly poor	8.0	25 99	SIMV	13cmH ₂ O	PCV	24cmH ₂ O	
								RR	12/min		RR	12/min
								PSV	10cmH ₂ O		PEEP	3 cmH ₂ O
								PEEP	3 cmH ₂ O		PEEP	3 cmH ₂ O
3	M	69	Spinal cord injury (C3-4)	396	Slightly poor	8.5	30 99	PCV	17cmH ₂ O	PCV	27cmH ₂ O	
								RR	15/min		RR	15/min
								PEEP	3 cmH ₂ O		PEEP	3 cmH ₂ O
								PEEP	3 cmH ₂ O		PEEP	3 cmH ₂ O
4	F	81	Amyotrophic lateral sclerosis	143	Slightly poor	8.0	21 97	SIMV	11cmH ₂ O	PCV	20cmH ₂ O	
								RR	10/min		RR	10/min
								PSV	9 cmH ₂ O		PEEP	2 cmH ₂ O
								PEEP	2 cmH ₂ O		PEEP	2 cmH ₂ O
5	M	53	Spinal cord injury (C3-4)	1639	normal	8.0	25 99	SIMV	11cmH ₂ O	PCV	21cmH ₂ O	
								RR	10/min		RR	10/min
								PSV	8 cmH ₂ O		PEEP	3 cmH ₂ O
								PEEP	3 cmH ₂ O		PEEP	3 cmH ₂ O
6	F	70	Spinal cord injury (C3-4)	1744	normal	7.5	21 99	SIMV	8 cmH ₂ O	PCV	16cmH ₂ O	
								RR	8/min		RR	10/min
								PSV	7 cmH ₂ O		PEEP	3 cmH ₂ O
								PEEP	3 cmH ₂ O		PEEP	3 cmH ₂ O

SIMV = synchronous intermittent mandatory ventilation, RR = respiratory rate, PSV = pressure support ventilation, PEEP = positive end-expiratory pressure, PCV = pressure controlled ventilation

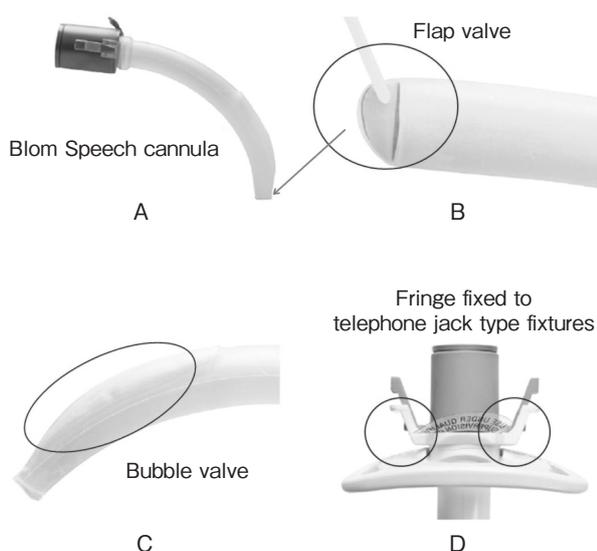


Fig. 1 The Blom tracheostomy tube and the speech cannula

えた場合は、直ちに中止した。スピーチカニューレを使用した場合は、呼気が人工呼吸器に還らないため、低換気アラームが常に作動し、警報停止キーを押し続ける必要が生ずる。これについては、吸気の一部をトラップし、呼気時に呼気回路に返す EVR と呼ばれるリザーバーを呼気側に装着したり、換気モードを非侵襲的換気 (noninvasive ventilation : NIV) にすることで解決した。このトライアルの終了後は、再びインナーカニューレに戻し、呼吸条件も装着前に復した。モニターとしては、心電図、末梢動脈血酸素飽和度をを用い、医師、看護師、臨床工学技士が立ち会った。

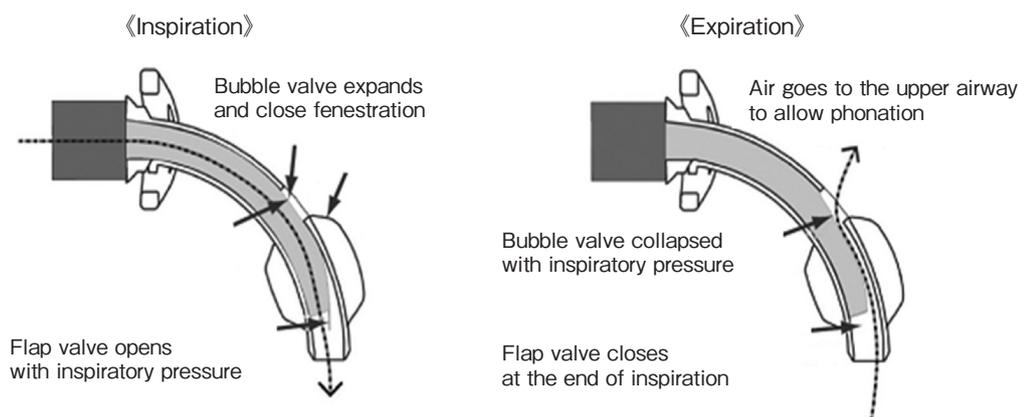


Fig. 2 Mechanisms of the Blom speech cannula during respiration

IV. 倫理的配慮

本研究は患者およびその家族と院内の倫理委員会の承認を受けて実施した。

V. 結果

6例のうち、症例1～3および4は発声が可能であった。症例1および2は、呼気にうまく同調し、室内で十分聴取できる音量で、本人の音質に近い発声を得ることができ、数回のトライアルののちには、30分から2時間にわたり、本人の希望する時間内で会話することができた。携帯電話で家人と会話も可能であった。症例3、4は母音から短い単語の発声は可能となったが、息苦しさを訴え、数分程度で終了することとなり、それ以降も改善されなかった。症例5および6は、トライアル開始直後に呼吸困難とのどの痛みを訴え、直ちに中止となった。このトライアルの経過中、全例において、心電図異常はなく、末梢動脈血酸素飽和度も施行前の値に維持された。

VI. 考察

気管切開を受け人工呼吸下にある患者は、発声が可能であり、大きなストレスとなっている。発声のためには、カフを少し脱気して、吸気の一部を喉頭側にリークさせる方法があるが、吸気換気量が不足する場合があります、安全面で問題がある。本システムは、吸気の終わりにフラップ弁が閉じ、呼気圧でバブル弁が虚脱して、呼気がカフ上の孔からカニューレの外に排出され、喉頭で発声できるシステムである (Fig.2)。しか

し、人工呼吸前の本人の声に近い音量や音質で、苦痛なく長時間話すには、いくつかの問題点が見つけられた。このスピーチカニューレの構造上、フラップ弁のために内径が狭くなっており、装着前の換気量を得るのに、人工呼吸器の吸気圧を高く設定する必要があり、ピーク圧が約10cmH₂O高くなった。発声には、声帯にある程度の圧と呼気フローがかかることが必要であり、本システムにおいても同様であるが、自発呼吸が微弱な今回の症例は、呼気フローを自分自身で調節できない。発声に有効な呼気を長く得るには、吸気時間を長めにとり、ピーク圧を下げても十分な換気量を確保し、高めのPEEPをとるなどして圧変化を緩やかにする工夫が必要と思われる¹⁾。また、呼気が人工呼吸器に還らないため、低換気アラームが常に作動する。長時間会話できた症例1については吸気のリザーバーを回路内に入れることで、症例2についてはNIVモードとし、そのリーク補正を利用することでこれに対応できた。NIVに変更した患者は、1回の発声時間も長くなった。Servo-S[®]のNIVのリーク補正機能は、トータルの換気量の増加と、呼気時のリークに対する追従性の高さから、このシステムに有効な症例があることが予想された²⁾。スピーチバルブ装着時に発生したオートトリガーの機序は、バブル弁の構造とServo-S[®]のフロートリガーの方式の関与が考えられるが不明である。今回の症例は、自発呼吸が微弱なため、トリガーを機能させず、すべて強制換気とすることで対応したが、自発呼吸の少なからず残存している症例には問題になってくると思われる。さらに、長時間の発声時の問題として、吸気加湿の問題がある。当施設では加湿フィルター

を全例に使用しており、発声の訓練の都度加温加湿器に取り替えるのが煩雑なため、使用しなかった。今回、長時間会話した2例について、気道の乾燥による訴えは認めなかったが、加温加湿器の使用が望ましい。

発声は可能であったが、単語のみが主で、短時間でトライアルを中止した2例は、換気量は得られたものの、呼吸困難を訴えた。オートトリガーの問題で、強制換気に変更したため、呼気との同調がうまくいかなかったり、呼気を感じて、発声するというタイミングのとり方がつかみにくかったことが理由のひとつであるが、この2例は軽度の嚥下機能の低下があり、喉頭の障害が呼吸困難の要素に加わっていたことも考えられる。

トライアルを直ちに中止せざるを得なかった2例は、その後の検査で、1例は反回神経麻痺、1例はカフ上部の狭窄が疑われた。この2例はいずれも人工呼吸期間が長く、カフ上の肉芽や貯留物などの存在や、廃用による喉頭機能の低下をきたしているものと推定され、丁寧な気管切開を行うこと、早期に発声の機会を持つことが重要と思われる。

本システムの気管切開チューブ自体は保険適用となるが、スピーチカニューレは自費扱い（1本2万円）であり、またうまくいかなかった場合の患者の落胆も考慮に入れると、試行前に十分な評価が必要である。喉頭ファイバーや、頸部CT、外部ガスを流すスピーキングカニューレを試用することなどが事前の参考になると考えられる。また、会話中の安全確保のためには、モニタリングは不可欠であるが、必ずスタッフが付き、特

に本人が違和感を訴えた場合は、速やかに対応できる体制をとることが重要である。解決すべき点は多いが、気管切開を受け、人工呼吸下に置かれている患者にとって、会話できることは福音であり、特に自発呼吸が微弱な患者については、貴重な選択肢として今後大きな期待がもたれるシステムである。

Ⅶ. ま と め

1. 気管切開を受け、長期人工呼吸中の患者6例にBlom[®]気管切開チューブシステムを使用した。
2. 4例について発声可能で、うち2例については長時間にわたり会話が可能であった。
3. 対象となる患者を適切に選択し、人工呼吸器および換気モードを患者に合わせて工夫することで、快適な発声を得られる可能性がある。

本論文の要旨は、第34回日本呼吸療法医学会学術総会（2012年、沖縄）にて発表した。

本稿の全ての著者には規定されたCOIはない。

参 考 文 献

- 1) Hoit JD : The gift of speech...priceless. Respir Care. 2010 ; 55 : 1760-1.
- 2) Kunduk M, Appel K, Tunc M, et al : Preliminary report of laryngeal phonation during mechanical ventilation via a new cuffed tracheostomy tube. Respir Care. 2010 ; 55 : 1661-70.