

原 著

# 挿管困難モデルにおける 7種類の挿管器具の性能比較検討

田口明日香\* 浅井 隆\* 橋本 雄一\*  
齋藤 朋之\* 新井 丈郎\* 奥田 泰久\*

キーワード▶▶▶ 気管挿管, 挿管困難, マネキンモデル, ビデオ喉頭鏡, 気管支ファイバースコープ

### 要 旨

3種類の挿管困難症例(開口制限, 頸部後屈制限, 舌浮腫)をマネキンモデルで再現し, マッキントッシュ型喉頭鏡(Mac)とモニター付き気管挿管補助器具を用いて, 初期臨床研修医を対象に, ①喉頭視野の評価(Cormack and Lehane分類), ②気管挿管の成否, ③挿管時間(120秒以内)を比較した。

気管支ファイバースコープ(FOB)では, 3事象ともに全例で良好な喉頭視野が得られたが, 挿管時間が長く, 挿管成功率も低かった。開口制限と頸部後屈制限では, モニター付き挿管器具はMacとFOBに比べ挿管成功率が有意に高かった。一方, 舌浮腫では, Mac型ビデオ喉頭鏡では十分な喉頭視野を得ることが難しく, 挿管成功率も低く, 挿管時間も長かった。

マッキントッシュ型喉頭鏡(以下Mac)を用いた気管挿管はしばしば困難となる。近年, 挿管困難なときに用いる挿管器具がさまざま開発されてきている。そのうち気管支ファイバースコープ(以下FOB)はもっとも有用とされ, すべての麻酔科医が習得すべき手技となっている。しかし, FOBを用いて円滑に気管挿管を施行するには技術を要する<sup>1)</sup>。

近年の光学機器の進歩に伴い, 硬性ファイバースコープやビデオ喉頭鏡などの内蔵カメラが付属したさまざまな気管挿管補助器具が開発され, 挿管困難症例に有用であると報告されている<sup>2)3)</sup>。

\* 獨協医科大学越谷病院麻酔科  
2014年7月10日受理; 2014年7月30日掲載決定

しかし, 挿管困難の原因はさまざまであり, これらの挿管器具間で有用性に差異がある可能性がある<sup>4)5)</sup>。

本研究では初期臨床研修医を対象とし, マネキンモデルでいくつかの挿管困難となる状況を再現し, 各事象で7種類の挿管器具の性能を比較したので報告する。

### 1. 方 法

研究について口頭で説明し, 同意を得られた約1カ月麻酔臨床を経験した初期臨床研修医44名を対象とした。本研究に関し, 倫理委員会に問い合わせたところ, 厚生労働省の示す臨床研究に該当しないため倫理委員会の承認は不要との回答を得た。

各研修医に各器具の操作法について説明し, 挿管トレーニング用マネキン(レールダグ Air-Man®, レールダグメディカルジャパン, 東京, 以下マネキン)の正常気道で気管挿管の練習を1回ずつ行わせてから, 挿管困難な状態下での計測を行った。

挿管困難症例として開口制限, 頸部後屈制限, 舌浮腫の3事象をマネキンで再現した。次の7種の挿管器具(表1)を使用し, それぞれ一度ずつ気管挿管を施行させた。①Mac (Penlon, スミスメディカル, 東京), ②FOB (エアウェイマネジメントモバイルスコープ, 外径3.9 mm, OLYMPUS MAF TYPE GM®, オリジナルスコープ, 東京), ③ビデオラリノスコープポータブル® (大研医器, 東京, 以下VLP-100), ④マルチビュースコープ-マッキントッシュ型ブレード®

表 1 気管挿管器具の区分

マッキントッシュ型喉頭鏡 (Mac)
気管支ファイバースコープ (FOB)
硬性ファイバースコープ
マルチビュースコープ-スタイレットスコープ® (MVS-SC)
ビデオ喉頭鏡
マッキントッシュ型 (Mac 型)
ビデオラリノスコープポータブル® (VLP-100)
マルチビュースコープ-マッキントッシュ型ブレード® (MVS-MC)
マックグラス® (McG)
非マッキントッシュ型 (非 Mac 型)
エアウェイスコープ® (AWS)

(MPL, 東京, 以下MVS-MC), ⑤マルチビュースコープ-スタイレットスコープ® (以下MVS-SC), 6人目からは⑥マックグラス® (コヴィディエンジャパン, 東京, 以下McG), 13人目から⑦エアウェイスコープ® (PENTAX, 東京, 以下AWS)を新たに追加した。

各事象, 使用器具の順序はカード法を用いて無作為に抽出した。気管チューブは, 内径7.5 mmのカフ付き(Mallinckrodt™, コヴィディエンジャパン, 東京)を使用した。気管挿管の制限時間は120秒とし, ①喉頭視野の評価(Cormack and Lehane分類), ②気管挿管の成否, ③挿管時間を記録した。

喉頭視野はCormack and Lehane分類1あるいは2で視野良好, 3あるいは4で視野不良と判断した。挿管時間は, 上顎前歯部を各種器具が通過してから挿入した気管チューブにバックバルブをつないで換気を確認するまでとし, 挿管不成功の場合は挿管時間は120秒とした。

#### 《統計法》

本研究での主要評価項目は, 各環境下における挿管成功率と挿管時間とした。

挿管成功率に関しては,  $\chi^2$ 検定を用いて7種の挿管器具に関して比較した。この検定で有意差があった場合, フィッシャー直接確率検定を用い, Macを対照群とし, そのほかの各挿管器具と比較した。

挿管時間は非正規分布であったため, クラスカル・ウォーリス検定を用いて7種の挿管器具による挿管時間を比較した。この検定で有意差があつ

た場合, マン・ホイットニーU検定を用い, Macを対照群とし, そのほかの各挿管器具と比較した。P<0.05を有意とした。

### 2. 結 果

対象者背景: 約1カ月麻酔の臨床を経験した初期臨床研修医を対象としたため, Mac以外のデバイスの使用経験があった者は少なく, FOBについては皆無であった。

#### 1) 開口制限

喉頭視野が良好であった頻度は, Macで44人中28人(64%)と低かったが, そのほかではほぼ100%と高かった(表2)。

挿管成功率はMacで61%ともっとも低く, FOBで64%, そのほかの器具では90%以上と高かった(表2)。

挿管時間はFOBでもっとも長かった(表2)。

#### 2) 頸部後屈制限

喉頭視野が良好であった頻度は, Macで44人中37人(84%)と低かったが, そのほかの器具では常に100%であった(表2)。

挿管成功率はMacで80%, FOBが70%, そのほかの器具では全例で成功した(表2)。挿管時間はFOBでもっとも長かった(表2)。

#### 3) 舌浮腫

喉頭視野が良好であった頻度は, MacおよびMac型ビデオ喉頭鏡(VLP-100, MVS-SC, McG)で低かった。一方, FOBでは100%, MVS-SCで98%, AWSで97%であった。

挿管成功率はMacで0%, Mac型ビデオ喉頭鏡

表 2 喉頭視野 (頻度%, 人数) と挿管成功率 (% , 人数) と挿管時間 (中央値, 範囲)

	声門の見え方 (Cormack & Lehahn 分類 1, 2)	挿管成功率 (%)	挿管時間 (秒)
● 開口制限			
Mac (n=44)	64% (28)	61% (27)	44 (12-120)
FOB (n=44)	100% (44)	64% (28)	93 (35-120)*
MVS-SC (n=44)	100% (44)	100% (44)*	17 (7-53)*
VLP-100 (n=44)	95% (42)	91% (40)*	30 (15-120)
MVS-MC (n=44)	100% (44)	93% (41)*	24 (8-120)*
McG (n=39)	100% (39)	100% (39)*	25 (13-63)
AWS (n=32)	100% (32)	94% (30)*	29 (15-120)
● 頸部後屈制限			
Mac (n=44)	84% (37)	80% (35)	21 (8-120)
FOB (n=44)	100% (44)	70% (31)	86 (41-120)*
MVS-SC (n=44)	100% (44)	100% (44)*	17 (9-45)*
VLP-100 (n=44)	100% (44)	100% (44)*	18 (9-81)*
MVS-MC (n=44)	100% (44)	100% (44)*	17 (9-68)*
McG (n=39)	100% (39)	100% (39)*	20 (13-65)
AWS (n=32)	100% (32)	100% (32)*	23 (13-44)*
● 舌浮腫			
Mac (n=44)	0% (0)	0% (0)	120 (120-120)
FOB (n=44)	100% (44)	57% (25)*	104 (26-120)*
MVS-SC (n=44)	98% (43)	70% (31)*	42 (13-120)*
VLP-100 (n=44)	0% (0)	7% (3)	120 (36-120)
MVS-MC (n=44)	2% (3)	7% (3)	120 (31-120)
McG (n=39)	18% (7)	10% (4)	120 (33-120)
AWS (n=32)	97% (31)	91% (29)*	41 (23-120)

\* : P<0.05

(VLP-100, MVS-MC, McG) で低かった。AWS がもっとも成功率が高く、91%であった (表 2)。

### 3. 考 察

Mac では、声門を肉眼で見るために、頭頸部をスニッピング位にして口腔、咽頭、喉頭を一直線にし、舌などの障害物を視線から除く必要がある。本研究でも、開口制限、頸部後屈制限、舌肥大のすべての気管挿管困難モデルにおいて、Mac では喉頭視野が十分に得られず、挿管成功率が低く、挿管時間も長かった。

モニター付きの挿管器具の使用により、間接的に声門の視野を得ることができるので有用とされているが、常に容易とはかぎらないことが判明した。例えば、舌浮腫状態では、Mac 型のビデオ喉

頭鏡 (VLP-100, MVS-MC, McG) により声門視野を得ることが困難であった。本研究の結果から、舌肥大がある場合、肥大した舌を越えて咽喉頭部を観察しやすいスタイレット型のものや、AWS のように J 字型のブレードで舌根部を持ち上げられるような形状の器具が有用であると考えられた。

声門視野が良好であっても気管挿管成功率が高いとはかぎらないことも確認できた。例えば、FOB では 3 種類の挿管困難いずれの事象においても全例で良好な声門視野が得られていたにもかかわらず、挿管成功率はもっとも低かった。本研究では、操作に不慣れなためと思われる FOB の気管への挿入、および FOB 越しのチューブの気管への挿入が困難であることがほとんどであった。

また通常の気管チューブと、比較的細い径 (3.9 mm) の FOB を使用したが、これらはチューブ挿入を困難とする要因といわれている<sup>16)</sup>。軟組織損傷の危険性もあるため、FOB 挿管には十分な習熟と、適切なサイズの FOB およびレインフォースドチューブなどの適切な気管チューブを用いることが必要であることを再確認できた。

マネキンとはヒト組織との状態に違いなどがあるため、各事象での各器具の成功率などはヒトでの結果に一致するとはかぎらない。しかし、臨床において、複数の器具の比較は倫理的にも困難なため、まずはマネキンでのシミュレーション下での器具の比較を施行した。各種の挿管困難な原因をシミュレーションすることができ、これらの事象で複数の器具の性能比較ができるため有用と考えられた。これらの結果から実際の臨床で挿管困難の原因を判断し、適切な器具を選択することが可能と思われた。

モニター付き気管挿管器具は気管挿管が困難な症例に有用とされているが、挿管困難の原因の違いにより器具間で性能差があることが判明した。そのため、臨床においては考えられる原因に合わせて、適切な挿管器具を選択する必要がある。声門視野の改善には FOB がもっとも優れているが、この FOB の利点を最大限利用するために FOB 挿管の特性を理解し、トレーニングすることが必要である。

利益相反なし。

### 引用文献

- 1) Asai T, Shingu K. Difficulty in advancing a tracheal tube over a fiberoptic bronchoscope : incidence, causes and solutions. *Br J Anaesth* 2004 ; 92 : 870-81.
- 2) Suzuki A, Toyama Y, Katsumi N, Kunisawa T, Sasaki R, Hirota K, et al. The Pentax-AWS rigid indirect video laryngoscope : clinical assessment of performance in 320 cases. *Anaesthesia* 2008 ; 63 : 641-7.
- 3) Asai T, Liu EH, Matsumoto S, Hirabayashi Y, Seo N, Suzuki A, et al. Use of the Pentax-AWS in 293 patients with difficult airways. *Anesthesiology*

2009 ; 110 : 898-904.

- 4) Saito T, Asai T, Arai T, Tachikawa M, Shimazaki M, Okuda Y. Efficacy of Coopdech videolaryngoscope : comparisons with a Macintosh laryngoscope and the Airway Scope in a manikin with difficult airways. *J Anesth* 2012 ; 26 : 617-20.
- 5) Asai T. Videolaryngoscopes : do they truly have roles in difficult airways? *Anesthesiology* 2012 ; 116 : 515-7.
- 6) Koga K, Asai T, Latta IP, Vaughan RS. Effect of the size of a tracheal tube and the efficacy of the use of the laryngeal mask for fibroscope-aided tracheal intubation. *Anaesthesia* 1997 ; 52 : 131-5.

### ABSTRACT

Comparison of Seven Intubation Devices in Difficult Airway Model

Asuka TAGUCHI, Takashi ASAI,  
Yuichi HASHIMOTO, Tomoyuki SAITO,  
Takero ARAI, Yasuhisa OKUDA

Department of Anesthesiology, Dokkyo Medical University Koshigaya Hospital, Koshigaya 343-8555

**Background :** The efficacy in tracheal intubation may differ between different video-optical devices, in particular in patients with difficult airways. The purpose of this study was to evaluate the efficacy of videolaryngoscopes and fiberoptic bronchoscope (FOB) in tracheal intubation on a mannequin with several difficult airways, including limited mouth opening, cervical spine rigidity and tongue edema.

**Methods :** Residents performed tracheal intubation on a mannequin using Macintosh laryngoscope (Mac), rigid indirect-optical intubation devices and FOB. The laryngeal view, the success rate of tracheal intubation, and the time to intubate trachea were recorded.

**Results :** With limited mouth opening and cervical spine rigidity, video-optical intubation devices showed a significantly higher success rate of tracheal intubation than the Mac or FOB. In contrast, with tongue edema,

the success rate of tracheal intubation was lower when Mac-type videolaryngoscopes were used.

**Conclusions :** Videolaryngoscopes can generally be useful in patients with all difficult airways, but may be difficult in some circumstances (such as tongue edema). The FOB provided good laryngeal view in all cases,

but the success rate of tracheal intubation was low and the time to intubate trachea was long.

**key words :** difficult airway, mannequin, videolaryngoscopes, fiberoptic bronchoscope

---