

— 総説 —

気管挿管デバイス

今宿 康彦¹⁾, 北川 裕利¹⁾

1) 滋賀医科大学麻酔学講座

Tracheal intubation device

Yasuhiko IMASHUKU¹⁾, and Hirotohi KITAGAWA¹⁾

1) Department of Anesthesiology, Shiga University of Medical Science

要旨 気管挿管は基本的医学手技の一つであり長年 Macintosh 型喉頭鏡を用いて直視下に行ってきた。しかしこのデバイスでは一定の割合で直視できない症例があり、気道確保を専門とする麻酔科医は技術の向上を目的に研鑽、教育を行ってきた。近年、小型ビデオカメラなどの内視鏡技術を利用した、いわゆるビデオ喉頭鏡が開発されその有用性が報告されている。本稿では主にこの新しい気管挿管デバイスを中心に概説する。

キーワード 気管挿管デバイス、Macintosh 型喉頭鏡、ビデオ喉頭鏡

はじめに

気管挿管は呼吸不全や循環不全時の呼吸補助のほか、全身麻酔時の呼吸管理として行われている基本的医学手技の一つである。70年にわたり多くの臨床医が Macintosh 型喉頭鏡を用いて直視下にその手技を行ってきた。しかし声門が直視できず挿管困難となるケースが見受けられ、それは時に医療訴訟に発展することさえある^[1,2]。安全性を高めるため気道管理を専門とする麻酔科医は気管挿管技術の研鑽や教育活動を日々行ってきた。技術の向上だけでは限界があるため Macintosh 型喉頭鏡にかわる様々なデバイスも発表されてきたがあまり普及しなかった。しかし近年、小型ビデオカメラなどの内視鏡技術を利用したいわゆるビデオ喉頭鏡が開発、臨床利用され始めた。そして様々な研究発表が行われ、Macintosh 型喉頭鏡に取って代わる可能性がでてきた。本稿では現在本邦で汎用されはじめた3つの新しい挿管デバイスを中心に概説する。

気管挿管の歴史

西暦 1000 年ごろの医学書に気管挿管と考えられる記載もあるが^[3]、一般的には 1770 年代に心肺蘇生法としてスコットランドの Monro² 世が世界で初めて気管挿管を成功したとされている^[4]。1800 年代にはジフテリアに代表される気道閉塞を呈する病態を阻止する目的で^[5]、1800 年代後半になると全身麻酔中の気道確保として行われたようである^[6]。当初はデバイスなどなく指を喉頭蓋の奥に入れることで挿管をしていた。おそらくかなり侵襲的な無理のある操作であったと想像される。その後、デバイスとして鏡をつけた舌圧子が用いられ、喉頭鏡と名付けられた^[7]。1940 年代にはいると Robert Reynolds Macintosh が現在でも使用されている Macintosh 型喉頭鏡を発明し(図 1)、第二次世界大戦の負傷兵に用いられた^[8]。この Macintosh 型喉頭鏡は現在まで 70 年以上臨床で使われてきたことになる。

Received: January 15, 2019. Accepted: May 10, 2019.

Correspondence: 滋賀医科大学麻酔学講座

〒520-2192 大津市瀬田月輪町

今宿 康彦

imashuku@belle.shiga-med.ac.jp

Macintosh 型喉頭鏡

開発から 70 年以上経った現在においても多くの臨床医が用いる気管挿管デバイスである。これは直接声門視認型喉頭鏡であり、声門を直視して気管挿管操作を行う。使用されてきた実績は非常に長いものの、実際にこの器具を使用してみると気管挿管困難である症例に少なからず遭遇する。表 1 にその主な要因を示した^[9]。また一般的に良好な視野を得るためには患者の枕の高さを調節し頭部後屈する体位—あたかも匂いを嗅ぐ様子であることからスニッフィングポジションと呼ばれる—が重要と言われている^[10]。ただし体位と声門視認の関係には現在においても不明な点が多い^[11,12]。文献的にはおよそ 4.3-8% の症例で困難であるとされている^[13,14]。



図 1 Macintosh 型喉頭鏡

Macintosh 型喉頭鏡以外の既存の挿管デバイス

気管支ファイバースコープを用いた気管挿管は従来の喉頭鏡と並び以前より行われてきた^[15,16]。挿管チューブの内腔に気管支ファイバースコープを通し、ファイバースコープで声門、気管を確認しスコープをガイドにして挿管チューブを気管内に誘導する。しかしこの器具の配置場所が限られていること、手技の習得に時間がかかること^[17,18]、視野が狭いため咽頭や喉頭の解剖学的異常のある患者や分泌物や出血が多い患者ではオリエンテーションがつきにくいことなどの理由より使用は限定的である。その気管支ファイバーを挿管用に改良したスタイレットスコープ^[19]や光源をガイドに挿管するトラキライトなどが一時臨床使用された。トラキライトは当初としては新しいコンセプトの挿管デバイスであり、口腔咽頭喉頭を一切観察することなく光源を体表面から観察することのみで気管の位置を探し出し、気管挿管を行うものである^[20]。しかしこのデバイスでの手技の習得は難しく喉頭鏡に代わる挿管デバイスとは言えなかった。何よりこれらの挿管デバイスはチューブが声門を通過する状況を確認できず安全性が担保できないという最大の弱点があった。

太い首
Body mass index 30kg/m ² 以上
頸部放射線治療後、頸部腫瘍
頰椎の不安定性、可動制限
下顎の前方移動制限
睡眠時無呼吸症候群の診断
マランパチ分類クラス III または IV (開口、舌を突き出した時の口腔咽頭の見え方。 III. 軟口蓋・口蓋垂基部のみ見える。 IV. 軟口蓋も見えない。)

表 1 気管挿管困難の主な要因

新しい気管挿管デバイス —ビデオ喉頭鏡

2000 年ころより小型ビデオカメラなどの内視鏡技術を利用した、いわゆるビデオ喉頭鏡が開発されはじめた^[21]。口腔咽頭内にブレードを挿入後、間接的にモニター画面などで声門を確認し、気管挿管する器具である。様々な機種が開発されているが Airway ScopeTM、AIRTRAQ[®]、McGRATHTMMAC が現在広く臨床応用されている。

1. Airway ScopeTM (日本光電、東京)

Airway ScopeTM は 2006 年に本邦において信州大学脳神経外科の小山淳一医師が開発した^[22]。本体先端に CCD カメラが搭載されており、ディスプレイのブレードを本体に装着して使用する (図 2)。このブレードはイントロックと呼ばれ、気管チューブを装着するガイド溝と吸引チューブを挿入できる吸引溝が作られている。形状は喉頭解剖にフィットするような L 字型となっている。声門の視認性はマッキントッシュ喉頭鏡と比較して圧倒的に優れている^[23]。内視鏡全般に言えることだが、視認が優れていても立体的な手技操作は難しいことがある。しかしこのビデオ喉頭鏡ブレードには気管チューブを誘導するガイドを設けておりスムーズに挿管手技を行うことができる。さらに初心者にも操作しやすいようにモニター画面にターゲットマークを施し、目標となる声門部にこのターゲットマークを合わせると挿管がスムーズに出来るように工夫されている^[24] (図 3)。挿管困難患者を対象にした研究でも有用性が示された^[25]。Macintosh 型喉頭鏡使用時のようにスニッフィングポジションと呼ばれる体位は必要なくそのため頰椎への負担は少ない^[26]。さらに気管挿管は侵襲処置であるため少なからず循環系への影響を認めるが、Macintosh 型喉頭鏡を用いた時よりも影響は少なくすむと言われている^[27]。視認性の良さは声門のみならず食道入口部の確認も容易となり、気管挿管だけでなく食道、胃への胃管留置^[28]や経食道心コープローベ留置にも役立つ^[29]。さらに本体のモニター

気管挿管デバイス

が可動式のため様々な角度から視認が可能である。そのため必ずしも手技者は患者頭側に位置する必要がなく、患者体位や手技者の位置に関わらず挿管が可能である^[30]。これは心不全、呼吸不全で仰臥位を取りにくい患者^[31]や災害時における救護において患者の頭側に医療者がアプローチできないような状況でも使用することができる^[32]。ただ改良型の AWS-s200®は軽量化され使いやすくなった半面、モニター画面が固定となり残念ながらこれら利点が制限される結果となった^[33]。

救急領域において胸骨圧迫時 Macintosh 型喉頭鏡を用いるよりも視野は良く、短時間にて挿管が可能であることが示されている^[34]。

深く作られており、チューブの本体部分へのはめ込みはいつでも容易に行えるなどの利点もある^[38]。



図 4. AIRTRAQ®



図 2. Airway Scope™

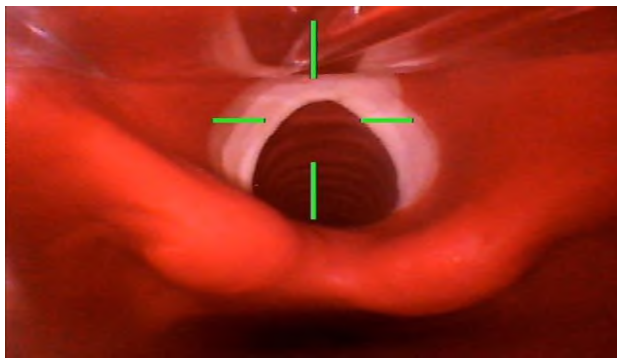


図 3. 声門にターゲットマークをあわせたところ

2. AIRTRAQ® (センシンメディカル、東京)

AIRTRAQ®はプリズムを利用して喉頭鏡先端のレンズでとらえた画像をファインダーに投影する挿管器具である(図4)。CCDカメラ等の高額な器機を用いていない分安価であり、予算的な面での利点は非常に大きい。カメラは使用しないが一般的にビデオ喉頭鏡に分類されている。対象物がやや拡大して見えるため声門の視認性に優れている^[35]。また挿管困難に対しても Macintosh 型喉頭鏡と比較し有用性が示されている^[36,37]。構造は Airway Scope™ に非常に似ているが、チューブを誘導するガイド溝が Airway Scope™ より

3. McGRATH™MAC (コヴィディエン、東京)

Macintosh 型喉頭鏡に非常に形がよく似ており、その先端にカメラが付いているものである(図5)。モニターが付いた本体にディスプレイのブレードを装着する。Macintosh 型喉頭鏡に慣れた術者はその形状から非常に扱いやすくなっている。先端にカメラを用いることで Macintosh 型喉頭鏡と比較し視野は明らかに優れており、挿管も容易となる^[39]。形状は Macintosh 型喉頭鏡と類似しているため、直視下に挿管することも可能ではあるが、その場合には Macintosh 型喉頭鏡より手技的に難しいとされている^[40]。またチューブガイド溝が無い場合画面を見ながらチューブを誘導する分、挿管に時間がかかってしまうという欠点もある^[41]。さらにビデオ喉頭鏡による咽頭部外傷の報告のうち、McGRATH™MAC を用いた症例も報告されており視野が良くとも侵襲処置であり扱いには十分注意を要する^[42]。多くの臨床医にとってなじみのある Macintosh 型喉頭鏡と同じ形態であることからビデオ喉頭鏡の初心者にも使いやすく、またモニターに鮮明な画像を表示できるので挿管に影響するような喉頭部の異物や腫瘍などの場合にモニターを通じて様々な専門家の意見を集約することも可能である^[43]。



図 5. McGRATH™MAC

それぞれビデオ喉頭鏡の特徴を表2に示す。現在のところこれら3種類による使い分けにおいて明確な違いは示されていない。ただ Airway Scope™、AIRTRAQ®は挿入部分がやや大きく、開口制限のある患者では使用が制限される。

手順が多く、挿管手技までの時間がより多くかかってしまうという欠点が判明した^[45]。現在滋賀医科大学麻酔科にて研修を行う医師には Macintosh 型喉頭鏡だけではなく、ビデオ喉頭鏡を用いた挿管指導も必須として行い、普及に努めている。メディカルスタッフに対してもこれら器具の準備、介助法を適宜指導している。新しいデバイスの普及とともに準備を含めた手技・技術の向上や教育指導などが今後も我々に課せられた使命だと考えている。

文献

- [1] 橋本悟, 影山京子. 過去の医事紛争から学ぶもの. 臨床麻酔,36:478-483, 2012.
- [2] 奥田泰久. 抜管後の再挿管失敗. LiSA, 24:938-946, 2017.
- [3] 浅井隆. 気管挿管の歴史 6 世界最古の記載. 麻酔, 66:642-649, 2017.
- [4] 浅井隆. 気管挿管の歴史 3 心肺蘇生での使用. 麻酔,66:327-335, 2017.
- [5] 浅井隆. 気管挿管の歴史 2 気道閉塞防止のための使用. 麻酔,66:187-194, 2017.
- [6] 浅井隆. 気管挿管の歴史 1 全身麻酔中初の気管挿管. 麻酔, 66:99-103, 2017.
- [7] 菊地博達, 岩瀬良範. 麻酔の偉人たち.東京, 総合医学社, 158-186, 2016.
- [8] 浅井隆. 気道確保の進化と現状. 臨床麻酔, 40:189-195, 2016.
- [9] Japanese Society of Anesthesiologists. JSA airway management guideline 2014: to improve the safety of induction of anesthesia. J Anesth, 28:482-493, 2014.
- [10] Magill IW. Endotracheal anesthesia. Am J Surg, 34:450-455, 1936.
- [11] Adnet F, Baillard C, Borron SW, Denantes C, Lefebvre L, Galinski M, Martinez C, Cupa M, Lapostolle F. Randomized study comparing the“sniffing position”with simple head extension for laryngoscopic view in elective surgery patient. Anesthesiology, 95:836-841, 2001.
- [12] Akihisa Y, Hoshijima H, Maruyama K, Koyama Y, Andoh T. Effects of sniffing position for tracheal intubation: a meta-analysis of randomized controlled trials. Am. J. Emerg. Med, 33:1606-1611, 2015.
- [13] Adnet F, Racine SX, Borron SW, Clemessy JL, Fournier JL, Lapostolle F, Cupa M. A survey of tracheal intubation difficulty in the operating room: a prospective observational study. Acta Anaesthesiol Scand, 45:327-332, 2001.
- [14] Rose DK, Cohen MM. The airway:problems and predictions in 18500 patients. Can J Anaesth, 41:372-383, 1994.
- [15] 青山和義, 竹中伊知郎. 麻酔と気道確保 ⑦気管支ファイバースコープ.日臨麻会誌, 34:601-607, 2014.
- [16] Murphy P. A fiber-optic endoscope used for nasal intubation. Anaesthesia, 22: 489-491, 1967.
- [17] Smith M, Calder I, Crockard A, Isert P, Nicol ME. Oxygen saturation and cardiovascular changes during fibreoptic intubation under general anaesthesia. Anaesthesia, 47:158-161, 1992.
- [18] K Latif R, Bautista A, Duan X, Neamtu A, Wu D, Wadhwa A, Akça O. Teaching basic fiberoptic intubation skills in a simulator: initial learning and skills decay. J Anesth, 30:12-19, 2016.

	Airway Scope™	AIRTRAQ®	McGRATH™ MAC
種類	(ブレード) 5種類 新生児用～ 成人用	(本体) 6種類 新生児用～ 成人用 経鼻用など	(ブレード) 3種類 (新生児、幼 児用はない)
チューブ ガイド溝	あり	あり	なし
外部出力	パソコンに接 続可 (録画可)	オプションの カメラキット 使用	不可 (録画不可)
電源	単三乾電池 (交換可)	単四乾電池 (交換不可)	専用 バッテリー (交換可)
本体価格	300000 円	12000 円	200000 円
利点	ターゲットマ ークを声門 に合わせる ことで挿管が 容易となる	価格が安く、 各部署に配 備しやすい	Macintosh 型喉頭鏡に 形態が類似 しており扱い やすい
欠点	本体が大き い 高価である	本体が大き い	チューブガイ ド溝が無い ため、チュー ブ挿入がやや 難しい

表2 各ビデオ喉頭鏡の比較

以上のように長年にわたり使用されてきた Macintosh 型喉頭鏡と比較してビデオ喉頭鏡の有用性は着実に示されつつあり Macintosh 型喉頭鏡にとって代わる可能性もあるが、臨床現場ではまだ Macintosh 型喉頭鏡が広く用いられている。70年間臨床医に親しまれた器具がすぐにとって代わることも考えられない。そこで Macintosh 型喉頭鏡を用いて気管挿管を試みて、気管挿管できなかった場合のレスキュー器具としてビデオ喉頭鏡は役立つかを調べた研究がある。Macintosh 型喉頭鏡で挿管ができなかった1427例を解析し、レスキューとしてビデオ喉頭鏡を選択されたものは気管支鏡や声門上器具を選択されたものより圧倒的にレスキュー成功率は良いと報告された。ただそのレスキュー成功率は92%であり^[44]、決して十分な成績とまでは言えない。更なるデバイスの改良なども必要であろう。さらに我々の調査ではビデオ喉頭鏡はシンプルな Macintosh 型喉頭鏡に比べ、あらかじめ準備しておく

- [19] Kitamura T, Yamada Y, Du HL. Efficiency of a new fiberoptic stylet scope in tracheal intubation. *Anesthesiology*, 91:1628-1632, 1999.
- [20] Hung OR, Pytka S, Morris I, Murphy M, Launcelott G, Stevens S, MacKay W, Stewart RD. Clinical trial of a new lightwand device (Trachlight) to intubate the trachea. *Anesthesiology*, 83:509-514, 1995.
- [21] 鈴木昭広, 岩崎寛. 病院前救護における新しい挿管器具使用の検討 エアウェイスコープとエアトラックの性能について. *蘇生*, 28:95-100, 2009.
- [22] Koyama J, Aoyama T, Kusano Y, Seguchi T, Kawagishi K, Iwashita T, Okamoto K, Okudera H, Takasuna H, Hongo K. Description and first clinical application of Air Way Scope for tracheal intubation. *J Neurosurg Anesthesiol*, 18:247-250, 2006.
- [23] Suzuki A, Toyama Y, Katsumi N, Kunisawa T, Sasaki R, Hirota K, Henderson J J, Iwasaki H. The Pentax-AWS rigid indirect video laryngoscope: clinical assessment of performance in 320 cases. *Anaesthesia*, 63: 641-647, 2008.
- [24] Hirabayashi Y, Seo N. Tracheal intubation by non-anaesthetist physicians using the Airway Scope. *Emerg Med J*, 24:572-573, 2007.
- [25] Asai T, Liu EH, Matsumoto S, Hirabayashi Y, Seo N, Suzuki A, Toi T, Yasumoto K, Okuda Y. Use of the Pentax-AWS in 293 patients with difficult airways. *Anesthesiology*, 110:898-904, 2009.
- [26] Aoi Y, Inagawa G, Nakamura K, Sato H, Kariya T, Goto T. Airway Scope versus Macintosh laryngoscope in patients with simulated limitation of neck movements. *J Trauma*, 69:838-842, 2010.
- [27] Nishikawa K, Matsuoka H, Saito S. Tracheal intubation with the PENTAX-AWS (airway scope) reduces changes of hemodynamic responses and bispectral index scores compared with the Macintosh laryngoscope. *J Neurosurg Anesthesiol*, 21:292-296, 2009.
- [28] Kitagawa H, Imashuku Y, Yamazaki T. Pediatric airway scope is available for gastric tube insertion in adult patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 26:e52, 2012.
- [29] Kitagawa H, Imashuku Y, Yamazaki T. The Airway Scope: An aid also in transesophageal echocardiography probe placement. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 23:275, 2009.
- [30] Komazawa N, Ueki R, Itani M, Nomura H, Nishi S, Kaminoh Y. Evaluation of tracheal intubation in several positions by the Pentax-AWS Airway Scope: a manikin study. *J Anesth*, 24:908-912, 2010.
- [31] Imashuku Y, Sukenaga C, Sonobe S, Kitagawa H. Tracheal intubation with the Airway Scope in congestive heart failure patients. *Anaesth Intensive Care*, 39:767, 2011.
- [32] Asai T. Tracheal intubation with restricted access: a randomized comparison of the pentax-Airway Scope and Macintosh laryngoscope in a manikin. *Anaesthesia*, 64:1114-1117, 2009.
- [33] Imashuku Y, Kojima A, Takahashi K, Kitagawa H. Problematic use of a Pentax AWS-S200 in emergency disaster medicine. *Anaesthesia*, 72:1045, 2017.
- [34] Truszewski Z, Czyzewski L, Smereka J, Krajewski P, Fudalej M, madziala M, Szarpak L. Ability of paramedics to perform endotracheal intubation during continuous chest compressions: a randomized cadaver study comparing Pentax AWS and Macintosh laryngoscopes. *Am J Emerg Med*, 34:1835-1839, 2016.
- [35] Imashuku Y, Kitagawa H, Ishikawa Y. Airtraq optical laryngoscope has an advantage over Macintosh laryngoscope for presbyopic anaesthetists. *Anaesthesia*, 65:309-310, 2010.
- [36] Maharaj CH, Costello JF, Harte BH, Laffey JG. Evaluation of the Airtraq and Macintosh laryngoscopes in patients at increased risk for difficult tracheal intubation. *Anaesthesia*, 63:182-188, 2008.
- [37] 高橋完. エアトラック: 過去5年間で見えたもの、その生き残る道は? *Lisa*, 20:142-144, 2013.
- [38] Imashuku Y, Kitagawa H, Kura M, Otada H. New technique using an Airtraq optical laryngoscope in emergencies. *J Clin Anesth*, 40:83-84, 2017.
- [39] Shippey B, Ray D, McKeown D. Use of the McGrath videolaryngoscope in the management of difficult and failed tracheal intubation. *Br J Anaesth*, 100: 116-119, 2008.
- [40] Wallace CD, Foulds LT, McLeod GA, Younger RA, McGuire BE. A comparison of the ease of tracheal intubation using a McGrath MAC laryngoscope and a standard Macintosh laryngoscope. *Anaesthesia*, 70:1281-1285, 2015.
- [41] Taylor AM, Peck M, Launcelott S, Hung OR, Law JA, MacQuarrie K, McKeen D, George RB, Ngan J. The McGrath Series 5 videolaryngoscope vs the macintosh laryngoscope: a randomised, controlled trial in patients with a simulated difficult airway. *Anaesthesia* 68:142-147, 2013.
- [42] Greer D, Marshall KE, Bevans S, Standlee A, McAdams P, Harsha W. Review of videolaryngoscopy pharyngeal wall injuries. *Laryngoscope*, 127:349-353, 2017.
- [43] 河島愛莉奈, 今宿康彦, 湯浅真由美, 青井良太, 高橋完, 北川裕利. 声門を閉塞する可能性のある喉頭腫瘍に対して McGRATH MAC ビデオ喉頭鏡を選択した1症例. *臨床麻酔*, 41:79-80, 2017.
- [44] Aziz M, Ansgar MB, Healy DW, Willett AW, Shanks A, Tremper T, Jameson L, Ragheb J, Biggs DA, Paganelli WC, Rao J, Epps JL, Colquhoun DA, Bakke P, Kheterpal S. Success of intubation rescue techniques after failed direct laryngoscopy in adults. *Anesthesiology*, 125:656-666, 2016.
- [45] Imashuku Y, Kitagawa H, Mizuno T. Evaluation of a new laryngoscope according to preparation time. *Saudi J Anaesth*. 12:351-353, 2018.