

AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

蘇生 (2009.07) 28巻2号:95～100.

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～

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～

鈴木昭広¹⁾ 岩崎寛²⁾

¹⁾旭川医科大学 救急集中治療部

²⁾旭川医科大学 麻酔・蘇生学教室

キーワード：病院前救護，気道確保，エアウェイスコープ，エアトラック，間接声門視認型硬性喉頭鏡

はじめに

本邦において，2004年に救急救命士による気管挿管が特定医療行為として認められてから4年が経過した。気道確保の分野においては，2000年頃を境に，従来の直視型のマッキントッシュ型喉頭鏡に代わり，ビデオや内視鏡技術を利用して間接的に声門を観察しつつ気管挿管を行える喉頭鏡が多数利用可能になってきた。本稿では，病院前救護における気管挿管に関して，エアウェイスコープ・エアトラックなどの間接視技術を利用した器具使用の是非について考案した。

1. 救急救命士による気管挿管の現状

救急救命士が特定医療行為として病院前救護での気管挿管を実施するには，マネキン人形やシミュレーターでの挿管練習に加えて，病院での30症例の実習が必要となる。実習時には患者への説明と同意を取得して挿管の指導を行う医師の協力が不可欠で，その多くは麻酔科医により行われている。実習に協力する医師たちは，自分たちの努力が現場でどのように結実するのかには非常に興味を持っていると推察される。しかし，実際に救急外来に搬送されてくる心肺機能停止の傷病者に気管挿管が実施されてくる割合は予想外に低く，実習に費やす労力のわりには現場でその技術が有効に使われていない印象を受ける。第27回の日本蘇生学会のシンポジスト，厚生労働省の田邊救急医療専門官によれば，気管挿管を行う資格を有する救急救命士1人あたりの平均気管挿管実施数は年間1例程度とのことである。つまり，技術を

持った救命士が実際に気管挿管を行う絶対数が極めて少ないのである。このように年間1例の実務で，実習で培った気管挿管の技術を維持できるのか疑問である。また，統計結果は実習後の挿管実績が全くない救命士も存在することを意味し，技術維持のための再講習をどう行うべきかという問題も発生してくる。加えて，年間1例程度の挿管のために患者と医療従事者の負担を伴う実習自体，行うべきなのか，といった特定医療行為の根本を揺るがしかねない疑問も出てくる可能性すらある。しかし，実務経験が増えない背景には地域メディカルコントロールにより定められた気管挿管の適応規定など，それなりの理由もあると考えられる。筆者は，「気道確保は生命維持に不可欠で，もっとも根本的な医療手技であるからこそ，簡単に行われるべきである」と感じている。救命士の気管挿管が今後も続くのであれば，より簡単・安全・安心な器具を使えることが望ましく，そのために新しい気道確保器具は病院前救護における一つの代替策として提供されてよいと考える。以下，現在行われている気管挿管と新しい器具について述べる。

2. マッキントッシュ型喉頭鏡について

現在，救命士は喉頭鏡を用いた直視下の気管挿管の実施のみが認められている。マッキントッシュ型喉頭鏡は1940年初頭の発表以来60年以上も広く使用されてきた。現在の現役医師のほとんど全員がマッキントッシュ型で挿管を学んだといっても過言ではない。特筆すべきは習熟の速さと安定であり，Konradによれば，57例経験を積みば成功率90%を達成できるようになるとされる¹⁾ (図1)。

直視型喉頭鏡であるマッキントッシュは挿管に必要な解剖情報を得るために，視点から声門までの間に直線的

視野 (Line of sight : LOS) を確保し、ここを視線とチューブの通路として利用する。そのためには軟部組織を圧排して視野空間を確保せねばならない。このため、時に声門が見にくい状況が発生する。声門の視認性の評価には Cormack&Lehane の分類²⁾ が広く用いられているが、挿管が難しくなるとされる Cormack3 度や 4 度の頻度は文献によっては 10% にも上ることがある³⁾。主な原因は患者側因子だが、軟部組織を外力で圧排するというアプローチそのものにも限界がある。Horton は、視野確保を試みても圧排しきれなかった舌は尾側に移動し、喉頭鏡の先端が喉頭蓋谷から離れて操作性を悪化し、視野が改善しなくなる peardrop 現象を報告している⁴⁾。さらに、マッキントッシュブレードの湾曲自体がそもそも視野を狭小化しており、喉頭展開が難しい症例では声門確認がさらに困難になるという悪循環に陥る。最近、Nishikawa らにより peardrop 現象を防ぐようなブレードデザインを持った直視型喉頭鏡も発表された⁵⁾。どこまでの視野改善が得られるのかは症例数が少ないため判断できないが、今後の臨床データの集積が期待される。

声門の視認性が悪い場合、挿管操作は時に盲目的となり、結果的に成功・失敗の判断が難しくなる。気管挿管の確認法には、チューブの声門通過を目視する以外に、胸部の聴診、胸郭の挙上、呼気の水蒸気によるくもり、食道検出装置 (EDD)、呼気二酸化炭素検出器など、様々なものがある。しかし、いずれも食道挿管の検出率は 100% ではなく、傷病者が心肺停止であればその確認はさらに困難となり、見逃された食道挿管が発生しうる。これは救命士に限ったことではなく、医師であってもこ

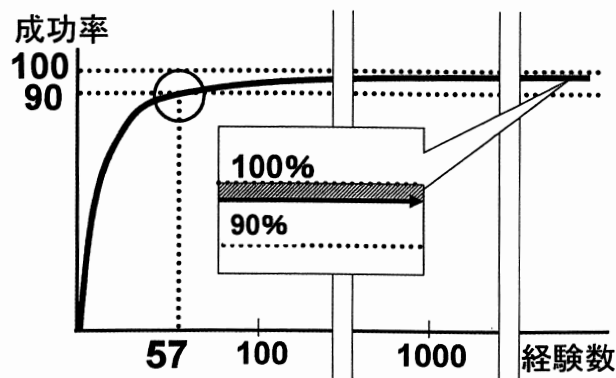


図1 マッキントッシュの習熟曲線のイメージ
マッキントッシュ型喉頭鏡で 90% の成功率を達成するのに必要な症例数は 57 例という Konrad のデータを元に作成した習熟曲線のイメージ。比較的早期に挿管成功率の安定が見込めるのだが、経験を増やしていても残念ながら永遠に成功率 100% に到達することはない。

れまでに数多くの事例を積み重ねてきている。重要なことは、人命に直結する過ちが時間・場所・人を問わず繰り返されていることである。リスクマネジメントの観点からは、“人は過ちをおかず” が前提となっており、誤りを起こしにくいシステム・器具の導入も一つの解決策である。もしもマッキントッシュ型では喉頭が確認しにくい症例であっても、容易な観察が行える器具を使うことで食道挿管のリスクを減らすことが可能になると考えられる。そこで次に紹介する間接視型喉頭鏡が重要な意味を持つのである。

3. 間接視型喉頭鏡について

近年、小型ビデオカメラなどの内視鏡技術を利用して声門を間接的に観察する喉頭鏡が数多く利用可能となってきた。カメラ内蔵のマッキントッシュ型、あるいは特

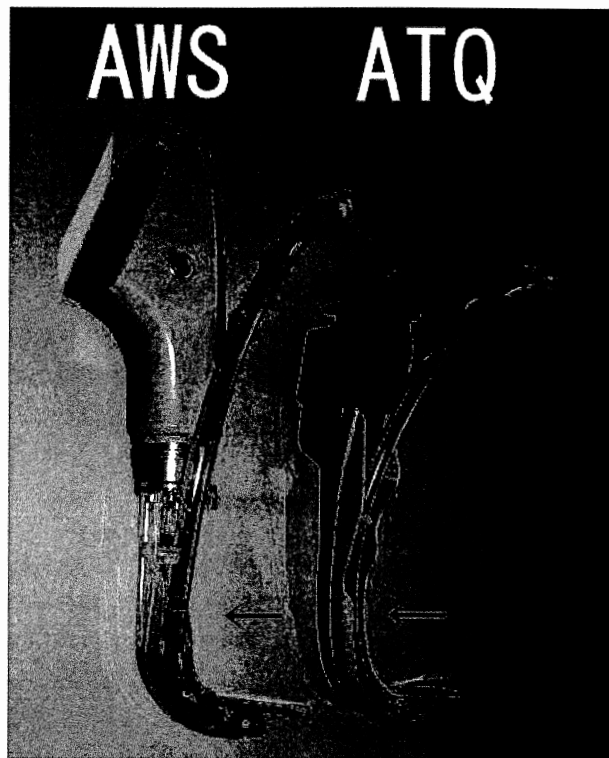


図2 エアウェイスコープとエアトラック
左がエアウェイスコープ (AWS)、右がエアトラック (ATQ)。
AWS は先端カメラの画像が手元の内蔵液晶画面に表示される。ATQ は上方のアイピースをのぞき込むことで声門の観察を行う。両者とも本体右側にチューブを格納するガイド溝を有し、チューブを押し込む操作によりチューブ先端が声門方向に向けて誘導できる機能をもつ。これらの特徴から、両デバイスはチューブ誘導機能を持つ間接声門視型硬性喉頭鏡と分類される。

殊な形状を持つものなど様々ある。詳しくは他の総説⁶⁻⁸⁾を参照していただきたいが、いずれも声門をより近くで観察しようという概念をもとに開発されている。数ある間接視型喉頭鏡の中でも現時点でもっとも有望視されているのがエアウェイスコープ（以下AWS；Airway Scope, HOYA ペンタックス社, 東京）とエアトラック（以下ATQ；AirTraq, 泉工医科工業, 東京）である（図2）。

両者とも気道解剖に基づくJ字型のブレードデザインを有し、カメラやプリズムレンズを利用して声門を正面から観察できるため、声門視認性の劇的な改善が期待できる。以下、両者の特徴を紹介していく（表1）。

a) 喉頭視野の改善

われわれがAWSを用いて延べ420例の定期手術患者で得たマッキントッシュ型喉頭鏡との比較を示す（表2）^{9),10)}。AWSは喉頭視野を有意に改善し、挿管が難しいとされるCormack 3度・4度の症例はなかった。ATQも同様で、マッキントッシュ型喉頭鏡と比べて有意に視野を改善する¹¹⁾。視野の改善といっても、Cormack 2度が1度に改善するようなものは臨床的意義は小さいが、両者とも喉頭展開が真に難しい症例でも十分に役立つ。Asaiらはマッキントッシュで対処が困難な293例でのAWSの有用性を示している¹²⁾。MaharajらもマッキントッシュでCormack 4度の7症例がいずれも1度に改善したことを示しており、間接視型喉頭鏡で

「見えないものを見るようにする」効果が十分得られることを示している¹¹⁾。しかも、視野改善のためのBURP¹³⁾など体外からの喉頭操作も必要ない。

b) 気管挿管も容易

気道管理の目的は気道の「観察」ではなく「確保」である。喉頭視野が改善しても、肝心の気道確保が円滑に行えなければ意味がない。AWS・ATQともに、喉頭鏡の右側にチューブを格納して声門方向に誘導させる「ガイド溝」がある。挿管の難易度を表すIntubation Difficulty Scaleでの検討で、AWS・ATQいずれも挿管は容易であることが示されている^{9),12)}。視野改善効果自体はカメラを利用したブレード特性から考えれば当然の結果であり、むしろこのガイド溝によって挿管が容易に行えることが両者の特筆すべき性能といえる。実際、チューブ誘導機能がない間接視型喉頭鏡の多くは、視野が改善してもなお挿管は困難なケースがあることが指摘されている^{14),15)}。

c) 初心者扱いやすい

経験の少ない初心者がマネキンで挿管した際の検討では、AWSはマッキントッシュ型と比べて挿管所要時間が短く、成功率が高く、食道挿管や歯牙損傷などの合併症が少ない¹⁶⁾。ATQも挿管所要時間が短く、視野改善のため行われるBURP (Backward, Upward and Rightward Pressure) 法などの体外からの喉頭操作が不要で、歯牙損傷が少なく使いやすいとされている¹⁷⁾。

表1 エアウェイスコープ、エアトラックの利点と欠点
文献、自験データを用いて作成。AWS：エアウェイスコープ、ATQ：エアトラック

	AWS	ATQ
喉頭視認性	Macintoshより優れる	
挿管の容易さ	ガイド溝により容易に行える	
使いやすさ	初心者でも習熟しやすい	
挿管技術の維持	保持されやすい	
頸椎への負荷	Macintoshより少ない	
異物除去	構造上、不向きである	
曇り、分泌物への対処	吸引ポート付き	曇り防止機能付き
サイズ	成人用1種	小児～成人まで3種
食道挿管	完全には防止できない	

表2 間接声門視認型喉頭鏡（AWS）による喉頭視野の改善効果（n=420）
マッキントッシュ型では1度から4度まで幅広い所見が得られるのに対し、AWSはほとんどが1度となり、有意に喉頭所見は改善する。（文献9,10を引用、改変。）

コルマック分類	1度	2度	3度	4度
マッキントッシュ型喉頭鏡	240	123	53	4
エアウェイスコープ	417	3	0	0

d) 挿管技術を維持しやすい

気管挿管の経験が全くない医学生 20 人を対象に気管挿管を ATQ とマッキントッシュ型で気管挿管を行わせ、6 ヶ月後に技術を再評価した調査がある。ATQ はマッキントッシュ型に比べて成功率が高く、歯牙損傷の頻度が少なく、技術を維持しやすいことが示されている¹⁸⁾。

e) 頸椎の負担が少ない

気管挿管時の頸椎の動きを X 線で解析した結果によれば、AWS・ATQ とともにマッキントッシュ型に比べて有意に頸椎の動きが少なくなる^{19), 20)}。ただし、全く外力が加わらないわけではない。あくまでマッキントッシュ型よりも負担が少ない、ということである。

f) 装置がコンパクトで実施者単独での操作が可能

両者とも片手におさまるサイズで、外部のモニターなどを必要としない。喉頭視野改善のための介助やスタイルット抜去の操作も不要である。

以上のように、AWS・ATQ はマッキントッシュ型と比べて様々な利点を有している。

4. AWS・ATQ 使用上の注意点、欠点

a) 異物除去には不向き

救命士の行う医療手技には鉗子を用いた口腔内の異物除去などが含まれており、マッキントッシュ型は重要な役割を果たしている。AWS・ATQ は挿管という目的を達するために開発された道具であり、異物除去には向いていない。

b) レンズ汚れに弱い

両者とも、カメラやレンズを用いた光学機器であるため、呼吸による曇りや分泌物による汚れの前に無力化するおそれがある。ただし、ATQ にはレンズ曇りを防止するヒーター機構が内蔵されており、スイッチを入れて一定時間（光源の点滅が終了するまで）待てば解決できる。一方、AWS には吸引用ポートが内蔵されており、カメラ前の分泌物を除去しやすい構造になっている。また両者とも、チューブを介して太径の吸引管を挿入することで良好な分泌物の除去が行え、気管支ファイバーなどと比べると欠点を克服しやすい。

c) サイズが限られる

2009 年 4 月時点で AWS は成人 1 サイズのみ、ATQ は小児用を含めた 3 サイズが利用可能であり、両者とも適応症例の制限がある。

d) 費用対効果が悪い

AWS は本体定価が 85 万円程度で、先端ブレードは 1 本 2500 円のディスポーザブル。ATQ は 1 本 12000 円の完全ディスポーザブルである。感染防止の観点からは

ディスポーザブルの意義は理解できるが、全ての症例で使用するにはこの価格は大きな障害となりうる。

e) ブレードの挿入スペースが不可欠

両者は硬性喉頭鏡であり、挿管のためには J 字型のブレードが入るだけの気道解剖が存在することが大前提である。

f) 食道挿管を完全には防げない

声門視認性が向上しても、本人が声門と食道を間違えている場合、食道挿管を防止することはできない。われわれが AWS を用いて指導した 1000 例の中に、施行者の誤認による食道挿管は 3 例認められた。確認方法の徹底と第三者のチェックなどでリスク軽減を図ることが必要である²¹⁾。

5. 病院前救護に AWS・ATQ は必要か？

新しい気道確保器具の利点と欠点を紹介したところで、病院前救護にこの器具を導入する是非について考えてみたい。

a) 救命士の病院実習は十分とはいえない

救命士は Konrad¹⁾ のいう成功率 9 割となる目安の 57 例を前に、30 症例で病院実習を終える。30 症例で救命士の挿管技術が十分高くなったといえるかは不明である。

b) 資格取得後の実務が少ない

前述したように、救命士は資格を得ても実際の挿管症例数が増えにくい。そもそも心肺停止症例の発生は予測不能であり、計画的に均等に担当できない。さらにメディカルコントロールにより設定されている気管挿管のプロトコールも、気管挿管より喉頭上デバイスでの換気を優先しており、経験数が増えない要因となっている。

c) 訓練・実習と現実とのギャップ

救命士はまずマネキンで気管挿管の訓練を行うが、マネキン人形の挿管条件は常に一定で変化に乏しく、練習は器具の使用手順や取り回し方法を習得するのが目的である。次の病院実習では絶飲食・筋弛緩・麻酔下の患者で、監督者による指導下という条件で挿管が行われる。その後に実務となるが、それまでの恵まれた環境からは一変して、現場に出た途端に救命士は出血・分泌物・吐物や顔面・頸部の外傷といった悪条件下での挿管を余儀なくされる。カナダの調査では、挿管困難に遭遇する頻度は手術室で 1.5～3%、救急外来では 3～5%、救命の現場では 3～10% になると報告されている。もちろん、パラメディクスが行う気管挿管の適応が本邦とは異なる可能性があるが、この結果は救命士が実習とは全く異なる困難な症例を現場で扱わざるを得ない現実をよく示している。

以上のように、救命士は経験が浅いまま条件の悪い現場に投入され、しかも実戦経験を積めない状況下におかれている。この状況を打開するには実習での経験数の増加も一つの方策である。しかし、卒後臨床研修の必修化などで気管挿管を学ぶ者は多く、必要症例数の増加は現実的ではない。それならば、技術の不足を器具の性能で補うという選択もあると考える。新しい喉頭鏡は明らかにマッキントッシュ型になしえない性能を有していることがすでに報告されており、初心者にとっての恩恵が非常に大きい。挿管のために特殊化したAWS・ATQ器具を現時点で気管挿管のオプションとして認める方向に進むことに期待したい。

6. どちらが病院前救護にふさわしいか？

あくまで私見ではあるが、新しい器具を導入するならばモニター内蔵のAWSに利があるといえる。画像の保存や画像転送の試みも行われるなど、拡張性が期待でき、また第三者による確認や事後検証も容易だからである。しかし、サイズの充実と、屋外での液晶の視認性の向上が克服すべき課題となる。

実際の使用プロトコル案としては、マッキントッシュ型喉頭鏡は口咽頭の観察および異物・分泌物の吸引・除去の器具と位置づける。ただし、観察・処置後の喉頭所見がCormack grade 1であった場合のみ気管挿管の実施を可とする。AWSは気管挿管の器具と位置づけて原則として気管挿管時に使用する。

病院実習にあたっては、現行の30症例のうち半数の15例をAWSで行うような変更が必要だが、それにはAWSの習熟曲線の解析などの調査が必要となる。

7. 最後に

救命士挿管施行から4年が経過した。2007年に新聞で救命士の食道挿管が話題に上ったことは記憶に新しい。本人家族にとって、また当事者にとってもこれほど無念なことはないが、残念ながら人が行うことに「完璧」はなく、見逃された食道挿管はマッキントッシュ型の使用が始まってからこれまでも何度となく繰り返されてきている。問題とすべきは、なぜこの単純な過ちが繰り返されるのか、である。特定医療行為としての気管挿管の現状はそろそろ振り返りと見直しが必要な時期にある。研修時間や経験数の増加を試みたとしても、マッキントッシュ型に固執し続ける限り、長年続いてきた過ちが繰り返されるだけである。次々に生まれてくる救命士に、初心者でも、より安全・簡単・確実に使える器具を許可する方が有意義であろう。

一方で、救命士による気管挿管が傷病者の予後に影響を与えるという明確なエビデンスはない。また、気管挿管以外の各種喉頭上デバイスの有用性の差異についても詳細に検討されていない。しかも蘇生のガイドラインにおいて、気管挿管ばかりでなく人工呼吸の意義にすら疑問が投げかけられている。以上のことより、喉頭上デバイスよりも気管挿管を選択することが望ましいとする根拠、また新しい器具を用いた挿管の所要時間は短いのか、蘇生中の胸骨圧迫の中断が不要なのか、気道確保の確実性が高まるのかどうか、といった諸問題の検証を行っていく必要がある。

(本稿は第27回日本蘇生学会、長崎市の発表をもとに加筆修正したものである。)

文 献

- 1) Konrad C, Schüpfer G, Wietlisbach M et al : Learning manual skills in anesthesiology : Is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? *Anesth Analg* 86 : 635-639, 1998
- 2) Cormack RS, Lehane J : Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 39 : 1105-1111, 1984
- 3) Henderson JJ : Questions about the macintosh laryngoscope and technique of laryngoscopy. *Eur J Anaesthesiol* 17 : 2-5, 2000
- 4) Horton WA, Fahy L, Charters P : Factor analysis in difficult tracheal intubation : laryngoscopy-induced airway obstruction. *Br J Anaesth* 65 : 801-805, 1990
- 5) Nishikawa K, Yamada K, Sakamoto A : A new curved laryngoscope blade for routine and difficult tracheal intubation. *Anesth Analg* 107 : 1248-1252, 2008
- 6) 鈴木昭広 : 新しい気道確保器具エアウェイスコープとエアトラック. *日本臨床麻酔学会誌* 28 : 310-318, 2008
- 7) 鈴木昭広, 岩崎寛 : 最近の気管挿管用補助具の進歩. *臨床麻酔* 32 : 701-709, 2008
- 8) 鈴木昭広, 岩崎寛 : 気管挿管の新しい流れ : ビデオ, 内視鏡を用いた声門観察下挿管の進歩. *麻酔* 57 : 680-790, 2008
- 9) 鈴木昭広, 遠山裕樹, 勝見紀文, ほか : 新しい気道確保道具エアウェイスコープ®の有用性. *麻酔* 56 : 464-468, 2007

- 10) Suzuki A, Toyama Y, Katsumi N et al : The Pentax AWS® rigid indirect video laryngoscope : clinical assessment of performance in 320 cases. *Anaesthesia* 63 : 641-647, 2008
- 11) Maharaj CH, O'Croinin D, Curley G, et al : A comparison of tracheal intubation using the Airtraq and the Macintosh laryngoscope in routine airway management : A randomised, controlled clinical trial. *Anaesthesia* 61 : 1093-1099, 2006
- 12) Asai T, Liu E, Matsumoto S, et al : Use of the Pentax-Airway ScopeR in 293 Patients with Difficult Airways. *Anesthesiology* 2009 (in press)
- 13) Takahata O, Kubota M, Mamiya K, et al : The efficacy of the "BURP" maneuver during a difficult laryngoscopy. *Anesth Analg* 84 : 419-421, 1997
- 14) Sun DA, Warriner CB, Parsons DG, et al : The GlideScope Video Laryngoscope : randomized clinical trial in 200 patients. *Br J Anaesth* 94 : 381-384, 2005
- 15) Li JB, Xiong YC, Wang XL et al : An evaluation of the TruView EVO2 laryngoscope. *Anaesthesia* 62: 940-943, 2007
- 16) Miki T, Inagawa G, Kikuchi T, et al : Evaluation of the Airway Scope, a new video laryngoscope, in tracheal intubation by naive operators : a manikin study. *Acta Anaesthesiol Scand* 51 : 1378-1381, 2007
- 17) Maharaj CH, Costello JF, Higgins BD, et al : Learning and performance of tracheal intubation by novice personnel : a comparison of the Airtraq and Macintosh laryngoscope. *Anaesthesia* 61 : 671-767, 2006
- 18) Maharaj CH, Costello JF, Higgins BD, et al : Retention of tracheal intubation skills by novice personnel : a comparison of the Airtraq and Macintosh laryngoscopes. *Anaesthesia* 62 : 272-278, 2007
- 19) Hirabayashi Y, Fujita A, Seo N et al : Cervical spine movement during laryngoscopy using the Airway Scope compared with the Macintosh laryngoscope. *Anaesthesia* 62 : 1050-1055, 2007
- 20) Hirabayashi Y, Fujita A, Seo N, et al : A comparison of cervical spine movement during laryngoscopy using the Airtraq or Macintosh laryngoscopes. *Anaesthesia* 63 : 635-640, 2008
- 21) 鈴木昭広, 山岸昭夫, 笹川智貴, ほか : エアウェイスコープ使用時の食道挿管に関する検討. *麻酔* 57: 1160-1163, 2008