

日本麻酔科学会気道管理ガイドライン 2014（日本語訳） より安全な麻酔導入のために

日本麻酔科学会

本ガイドラインは、日本麻酔科学会機関誌である Journal of Anesthesia 誌に出版された内容を日本語訳したものである。(JSA airway management guideline 2014: to improve the safety of induction of anesthesia. Japanese Society of Anesthesiologists. J Anesth 2014 Aug;28(4):482-93.)

このガイドラインの目的

全身麻酔を導入することで、呼吸器系の制御機構、中でも上気道開存を維持する能力は大きく損なわれる。患者の安全を確保するため、麻酔科医は麻酔導入時に気道を確保する必要がある。にもかかわらず、麻酔管理が原因の心停止・死亡の主要な原因の一つは、導入時気道管理の失敗である[1-3]。この気道管理ガイドラインは、麻酔科医が日々の臨床麻酔において、すべての患者に安全な気道管理を施行する一助となることを目的としている。このガイドラインでは麻酔導入中の酸素化の維持を最も重要と考える。近い将来、麻酔覚醒時の安全を確保するために推奨される手順も、このガイドラインに加わるべきである (Q1: 96%) *。

日本麻酔科学会 (the Japanese Society of Anesthesiologists : JSA) は、麻酔がこのガイドラインに則って施行されることを推奨する。もちろん、この場合の麻酔施行者は JSA 会員に限定されるものではない。このガイドラインで推奨されている内容は、現場での必要性や制約に応じて、そのまま適用されることも、修正されることも、あるいは、受け入れられず不履行とされることがあってよい。このガイドラインは、気道管理における医療水準や絶対的必要条件となることを意図して作成されているわけではない。この気道管理ガイドラインを遵守すれば患者予後が改善するということを保証するわけではない。今後、周術期気道管理の知識・技術・施行方法が進歩することにより、このガイドラインは改変されていくことになる。

*脚注：(Q#:%) 文に示された意見に対してのガイドライン作成委員 26 名の賛成率

このガイドラインの作成経緯とエビデンスレベル

理想的には、エビデンスに基づいた気道管理ガイドラインを作成するべきであるが、それは容易ではない。その理由として、第一に、気道確保困難に関連した死亡、脳死、心停止のような重篤な合併症は稀にしかおきず、また、それらはしばしば麻酔導入中に予期せず発生するからである。そして、第二に、ある特定の気道管理戦略の優位性を支持する高いレベルのエビデンスはなかなか存在しないからである。現存する多くの気道確保困難ガイドラインと同様、JSA 気道管理ガイドラインは、主に気道管理と安全管理の専門家 26 人の意見を基に作成された[4-6]。既存の気道確保困難アルゴリズムに共通する基本骨格、

ならびに、特定の気道管理戦略を支持する最新の知見について解析を加え、日本麻酔科学会学術集会のシンポジウムなどにおいて精力的に議論を重ねた結果である。JSA 会員が実際にどのように気道確保困難に対応しているかの実情についても、“cannot ventilate, cannot intubate”に関するアンケートで評価し、参考とした（結果は未発表：536 学会認定病院から回答）。このように、高いレベルのエビデンスに欠けることがこのガイドラインの大きな限界であり、その適切性と有効性は近い将来、科学的に評価されなければならない。そのような限界はあるものの、このガイドラインをすべての麻酔施行者に知ってもらうことが有益であると、ガイドライン作成委員は考えている（Q2: 100%）。

特定の気道管理戦略に関するエビデンスレベルと専門家の推奨レベル

気道確保困難時にどんな戦略をとるべきかについて、なにかある特定の方法が優れているということを示す確固たるエビデンスは非常に少ない。しかし、気道確保困難に関する最近の大規模後ろ向き臨床研究の中から重要なエビデンスを探し出し、その潜在的な危険性よりも臨床的実益の方が上回るとガイドライン作成委員が考えたものについては、JSA ガイドラインに取り入れた。同様に、生理学的臨床研究によって得られた気道確保困難に関する最新の知見もこのガイドラインには組み込まれている。生理学的臨床研究ならびに臨床的観察研究の結果が支持する酸素化と気道開存を維持するための具体的戦略についても取り入れたが、これにより麻酔導入時の気道確保困難による重篤な合併症の発生頻度が減少するかどうか体系的に調査されているわけではない。これら、本ガイドラインで概説されている具体的戦略については確固たるエビデンスがあるわけではないため、26 人のガイドライン作成委員内でも見解の相違がみられた。従って、それぞれの戦略について、作成委員の賛成率も併記した。作成委員個人の経験・知識に基づき、賛成または反対を選択したが、その手段の適切性について確信が持てない場合には反対を選択することとした。

麻酔導入時換気状態の診断と分類

麻酔導入時に肺胞への酸素供給が不十分になると、生命を脅かすほどの低酸素血症をきたし得る。これは高濃度酸素で前酸素化を適切に行った後で換気を試みた場合にも起こりえる[7-9]。従って、麻酔導入時には換気の適切性を正確に評価し、かつ絶え間なくモニターする必要がある。換気を評価するため、パルスオキシメーターによる動脈血酸素飽和度（SpO₂）モニタリングが理想的とはいえないことは明白である。なぜなら、換気ができず酸素供給が絶たれた状態で酸素消費が進行していても、SpO₂の値は比較的長く安全域に維持されるからである。しかし、SpO₂が急速に低下し始めると、そこから致死的不整脈や心停止が起きるまでの時間は短い。麻酔導入中の酸素化を維持することがこのガイドラインの目標であるため、他の気道管理ガイドラインのような「酸素飽和度がこの値まで（例えば SpO₂ 90%まで）低下したら気道管理方法を変更する」という方針は採用していない（Q3: 88%）。一回一回の換気を正確にモニターすることで、換気状態の持続的な診断が可能となり、ある換気手段がうまくいかない場合、速やかにより効果的な別の換気手段に移行することができる（Q4: 100%）。

換気の有効性を臨床的に評価する方法

日本麻酔科学会の「安全な麻酔のためのモニター指針」によれば、換気状態の臨床的評価は、胸郭運動、呼吸音、カプノグラム、一回換気量測定によって行われる。

(<http://www.anesth.or.jp/guide/pdf/monitor2.pdf>)。しかし、臨床麻酔の現場ではこれらの指標はいずれも完璧ではない。例えば、胸郭運動の視診や呼吸音の聴診については、特に大量のリークがある場合には他に手段がないとも考えられるが、これらを正確に評価できるかどうかは麻酔科医の技術と経験に大きく依存する。また、一回換気量の測定はより正確で客観的であるかもしれないが、全ての麻酔器やモニターで一回換気量を測定できるわけではない。日本も含め多くの国では全身麻酔中はカプノグラムをモニターすることが義務付けられている。本ガイドラインでは、麻酔中の換気の有効性を評価する信頼できる手段として、カプノグラムの波形を利用することを推奨する (Q5: 81%) (図 1)。

【図 1】 換気状態の 3 段階評価分類とそれらの臨床的解釈

	麻酔施行者が最大限に努力をして換気を行った場合		
換気状態の表現方法	V1	V2	V3
換気の状態	正常	正常ではない	異常
気道確保の難易度	容易	困難	不可能
重篤な低酸素血症へ進展する可能性	なし	通常はない	あり
重篤な高二酸化炭素血症へ進展する可能性	なし	あり	あり
期待できる一回換気量	5 ml/kg 以上	2 から 5 ml/kg	2 ml/kg 以下
カプノグラムの波形	第Ⅲ相まで	第Ⅲ相欠落	なし
典型的なカプノグラムの波形			

この評価分類システムは、フェイスマスク、声門上器具あるいは気管チューブを通しての人工呼吸中または自発呼吸中の麻酔患者に適用可能である。詳細な説明はテキストを参照。INSP：吸気相

カプノグラムの波形を用いた換気状態の三段階評価

カプノグラムの波形は 3 つの異なる位相から構成される[10,11]。第Ⅲ相（プラトー相）を含んだすべての位相が確認できる場合、換気回数が正常であるなら、換気状態は正常 (V1) と診断することができる。第Ⅲ相のプラトーが認められず、急速に立ち上がる第Ⅱ相の波形のみの場合、換気状態は正常ではない (V2) と診断される。波形が認められず基線のみ状態は、異常な換気状態 (V3) であり、無呼吸あるいは死腔換気量以下の低換気状態であることを示唆する。換気状態を決定する因子としては、気道開存維持が困難となるような患者側の要因のみならず、気道にどれくらいの圧をかけて換気しているかという点や、担当麻酔施行者がどの程度真剣に気道確保と換気を行っているかにも依存する。

臨床的には、換気状態の分類は、最大限に努力をして換気を行った場合に得られるカプノグラム波形に基づいて行われる。従って、胃送気を避ける目的で故意に一回換気量を制限してマスク換気を施行する場合の V2 などは許容される。換気状態 V1、V2、V3 は、その時点における気道確保が容易、困難、不可能である結果と考えられる。従って、図 1 に示すように、カプノグラムの波形を観察することで、換気状態を持続的にかつ速やかにリアルタイムで分類することが可能となり、重篤な低酸素血症や高二酸化炭素血症が発生する可能性を予見することができる。

機械的人工呼吸と自発呼吸温存のいずれの場合にも、カプノグラム波形をモニターすることをこのガイドラインでは推奨する（Q6: 96%）。この換気状態の評価分類は、フェイスマスクによる換気、声門上器具を通した換気、あるいは気管チューブを通した換気のいずれの場合にも当てはめることができる。新生児や小児の場合、カプノグラム波形から得られる情報は限定的であり、カプノグラム以外から得られる様々な情報を総合した上で換気状態を診断分類する必要がある。その他、カプノグラム波形が換気状態を正確に反映しない状態としては、心停止患者、呼吸回路からの大量のリークがある場合、あるいは輪状甲状膜切開などで小口径のチューブを通して換気をしている時、などがあげられる。

本ガイドライン策定の基本理念

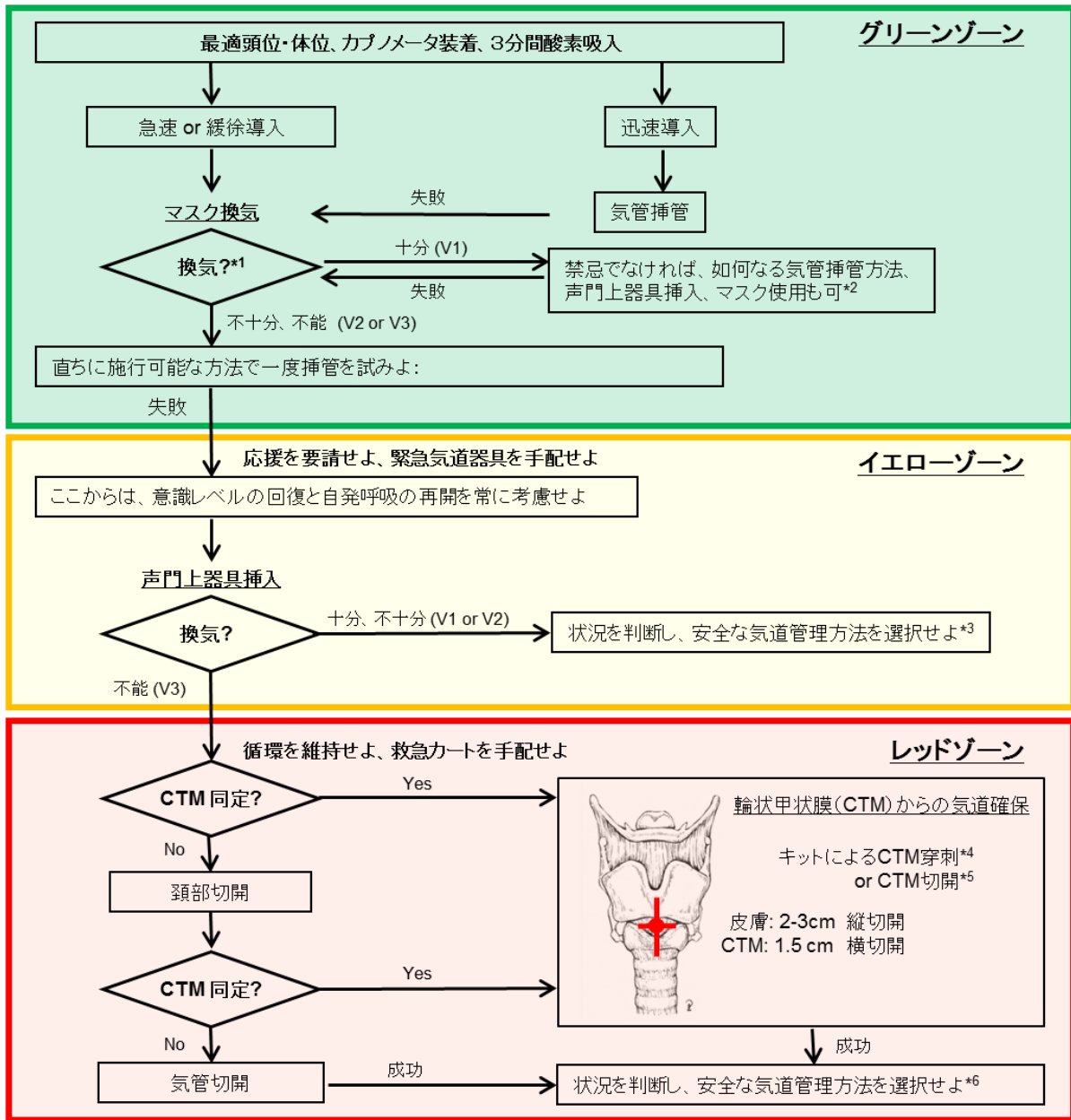
日常の麻酔業務での推奨事項

現在、世界中の様々な麻酔学会や団体から各種気道管理ガイドラインが発表されているが、それらはいずれも予期されなかった気道確保困難時の対応についての提言であり、通常の麻酔導入時に使うことを目的とはされていない[4-6]。気道確保困難を常に予測することは困難であり、だからこそ予期せず気道確保困難に遭遇するのである[12]。既存のガイドラインのおかげで、気道確保困難に起因する致死性有害事象の発生頻度は低下してきたように思われる[2,3,13]。我々は日常の麻酔導入時にも、最初から最善と考えられる気道管理手段を選択するべきだと考える（Q7: 92%）。それにより、気道確保困難症例に遭遇した場合にも早期にその状況を認識でき、適切に対応できることになる。結果的には、気道確保困難や重篤な低酸素血症の発生頻度を低下させることにつながるかもしれない。このような理由で、このガイドラインには気道確保困難時の管理のみならず、通常の麻酔導入時にとるべき戦略についての提言も含まれている。

単純明快な気道管理アルゴリズム

起こりえる気道確保困難のすべてを網羅するような複雑な気道管理アルゴリズムを作成しても、それを記憶にとどめるのは難しく、現場での遵守率が下がることが懸念される[2,3,13-15]。JSA 気道管理アルゴリズム（JSA-AMA）（図2）はガイドラインの最も重要な内容を凝縮したものであり、患者の置かれているリスクによって3つの領域に簡潔に分類されている。その3つの領域は、すでに定義した換気状態分類(V1-3)ならびにその状態がどれくらい危険なのかという観点に基づいて分類されている。

【図2】 麻酔導入時の日本麻酔科学会(JSA)気道管理アルゴリズム(JSA-AMA)



CTM(cricothyroid membrane)：輪状甲状膜

- *1：図5に列挙された方法を使ってマスク換気を改善するよう試みる。
- *2：同一施行者による操作あるいは同一器具を用いた操作を、特に直視型喉頭鏡またはビデオ喉頭鏡で3回以上繰り返すことは避けるべきである。迅速導入においては誤嚥リスクを考慮する。
- *3：(1)意識と自発呼吸を回復させる、(2)ファイバースコープの援助あるいはなしで声門上器具を通しての挿管、(3)声門上器具のサイズやタイプの変更、(4)外科的気道確保、(5)その他の適切な方法 などの戦略が考えられる。
- *4：大口径の静脈留置針による穿刺や緊急ジェット換気は避けるべきである。
- *5：より小口径の気管チューブを挿入する。
- *6：(1)意識と自発呼吸を回復させる、(2)気管切開、及び(3)気管挿管を試みる などの戦略が考えられる

3つの領域は、緑は安全領域、黄色は準緊急領域、赤は最も危険な緊急領域というように、信号の色によってわかりやすく区別されている。グリーンゾーンではフェイスマスクによる換気、イエローゾーンでは声門上器具による換気、レッドゾーンでは外科的気道確保による換気が、それぞれのゾーンにおいての確実な酸素化を得る手段である。それぞれのゾーンにおいて換気状態を評価し、動脈血酸素飽和度の値にかかわらず、換気が不十分（V2）または不可能（V3）である場合には、次のゾーンに移行する（Q8: 96%）。JSA-AMAでは特定の気道確保器具は指定されていない（Q9: 96%）。全ての手術室でそれらが使用できるわけではないし、最も成功率の高い効果的な気道確保器具が何であるかは時代とともに変遷する可能性があるからである。そして、最善の気道確保器具は、施行者要因、施設要因、患者要因によって異なってくる可能性もある。とはいえ、声門上器具と外科的気道確保器具は酸素化を維持するための基本となる救命器具と考えられる。これらはすべての症例で準備され、必要時には適切に使用できるようにすることを本ガイドラインでは推奨する（Q10: 88%）[4-6]。

JSA-AMA はすべての麻酔施行者・施設において使用できることを意図して作成されており、それぞれの麻酔施行者・施設で実践可能な気道確保手段に応じて修正を加えても良い（Q11: 92%）。いわゆる DAM(Difficult Airway Management)の実践と JSA-AMA の基本理念は根本的に同一のものとなり得る。例えば、イエローゾーンやレッドゾーンで一時的に使用された声門上器具や外科的気道確保器具での不安定な換気状態に適切に対処することが求められる（Q12: 85%）。麻酔科医は日常の臨床はもちろん、DAM の実践に関する講演、ワークショップ、シミュレーションに参加することで、そのような不安定な換気状態に対して的確に対応する能力を磨くべきである（Q13: 92%）。

手術室内またはその近傍に配備すべき救命のための気道確保器具

救命的気道確保器具が現場に届けられるのが数十秒遅れただけでも、生命を脅かす低酸素血症や心停止に進展する可能性がある。イエローゾーンとレッドゾーンで使用される可能性のある救命のための気道確保器具は、可能な限り麻酔施行者の近くに準備しておくことを推奨する[4,5]（Q14: 100%）。これらの器具をその他様々なサイズ・種類の気道確保器具と共にまとめて一台の DAM カートを作り、どの手術室からも数秒以内で取りに行ける場所に置いておくことも一法である（Q15: 92%）。同時に、あるいは別の選択肢として、最低限必要な気道確保器具を各手術室内に置いておく方法もある（Q16: 85%）。そうすれば手術室を出てそれらの物品を取りに行く時間を省ける。施設でよく使用される声門上器具、輪状甲状膜穿刺キット、外科的輪状甲状膜切開のためのメスは、成人患者においては必須物品と考えてよい（Q17: 92%）。

麻酔前気道評価と麻酔導入方法ならびに気道確保器具の選択

麻酔前の気道評価

気道確保困難を予知するのは困難であるため、常に予期しない気道確保困難に備えておくことは必須である[12]。たとえ予測が困難だとしても、それぞれの患者において麻酔前に気道の評価を行い、気道確保戦略を立てておくべきである（Q18: 92%）。気道評価は直

視型喉頭鏡を用いた喉頭展開による気管挿管困難の評価のみに限定されるべきではない。フェイスマスクによる換気、その他の気管挿管手技、声門上器具の挿入、外科的気道確保など、施行する可能性のあるすべての気道管理手技それぞれについて難易度を評価すべきである。それに加え、過去の気道確保困難の病歴、低酸素血症になりやすいか否か、誤嚥の危険性、についても評価が必要である (Q19: 96%)。成人を対象とした最近の大規模疫学的調査により、様々な気道確保困難の頻度・危険因子が図3, 4のように特定されているものの、気道確保困難を予測する体系的な手段は確立されていない[12, 16-18]。これらの研究の中で、日本人におけるその正確性と臨床的意義は今後の評価・検討を要するものの、フェイスマスク換気と直視型喉頭鏡による喉頭展開の両方が困難であることを予測する 12 の危険因子を用いた予測モデルが有用である可能性がある[18] (図 4) (Q20: 77%)。

【図3】 様々なタイプの困難気道の発生頻度

困難気道のパターン	発生頻度 (研究サンプル数)	参考文献番号
フェイスマスク換気困難	5% (1502)	16
直視型喉頭鏡による喉頭展開困難	5.8% (50760)	12
マスク換気も直視による喉頭展開も困難	0.4% (176679)	18
マスク換気 不能	0.15% (53041)	17

【図4】 12 の術前評価項目を用いて、マスク換気困難と気管挿管困難が同時に発生する可能性を予測するモデル (Kheterpal のモデルを一部改変：参考文献 18)

術前に評価すべき 12 の危険因子

- マランパチ III or IV
- 頸部放射線後、頸部腫瘍
- 男性
- 短い甲状オトガイ間距離
- 歯牙の存在
- Body Mass Index 30 kg/m² 以上
- 46 歳以上
- アゴひげの存在
- 太い首
- 睡眠時無呼吸の診断
- 頸椎の不安定性や可動制限
- 下顎の前方移動制限

マスク換気困難と直視型喉頭鏡による喉頭展開困難が同時に発生する可能性

術前予測危険クラス	クラス内での発生頻度	オズ比 (95%信頼区間)
I (危険因子数 0-3 個)	0.18%	1.0
II (危険因子数 4 個)	0.47%	2.56 (1.83-3.58)
III (危険因子数 5 個)	0.77%	4.18 (2.95-5.96)
IV (危険因子数 6 個)	1.69%	9.23 (6.54-13.04)
V (危険因子数 7-11 個)	3.31%	18.4 (13.1-25.8)

例えば、これらのうちの7つの因子が陽性であれば、術前評価による危険度はクラスVと判定され、クラスIの患者に比べ18倍、危機的な状況が起きやすいと予測される。術前評価で危険度が高いと予測された場合には意識下挿管を選択することもあり得る。注意すべきなのは、たとえクラスVの患者であっても、実際にフェイスマスク換気困難と直視型喉頭鏡による喉頭展開困難の両方に遭遇する頻度は3.31%と非常に低い、つまり、偽陽性率がかなり高いという点である。さらに最も大切なことは、このモデルからは困難が予測されなかったとしても、明らかな上気道異常病変のある患者では、当然ながらフェイスマスク換気困難かつ直視型喉頭鏡による喉頭展開困難の可能性を予測するべきということである。この予測モデルは麻酔導入方法や準備すべき気道確保器具を決定する助けとなるが、それではいったいどのクラスより上を危険と判断するかは個々の患者で決定すべきである(Q21: 85%)。

気道確保戦略の選択と気道確保器具の準備

術前気道評価の結果に基づき、それぞれの患者において気道確保計画を立案すべきである[19]。直視型喉頭鏡による喉頭展開は最も一般的に施行されている気管挿管の方法だが、それが必ずしも最も優れた標準的手段というわけではない(Q22: 92%)。このガイドラインでは何か特定の挿管器具を推奨することはしていない(Q23: 100%)。その理由は、どんな挿管方法・気道確保器具が理想的かは、様々な要因によって変わってくる可能性があるからである。その要因とは、例えば、その器具を使用可能かどうか、手技に熟練した指導者が存在するかどうか、どんな気管チューブを挿管するのか、といった環境要因や施行すべき麻酔に関連した要因、あるいは、技能や気道確保器具の好みといった麻酔施行者要因、そして、協力が得られるかどうか、低酸素血症になりやすいかどうか、心血管病変があるかどうか、といった患者要因などである。しかし、特に直視型喉頭鏡による気管挿管が困難と予想される場合には、ビデオ喉頭鏡[20,21] (Q24: 100%)、ガムエラスティックブジの使用[22,23] (Q25: 96%)、声門上器具を通した挿管[24-27] (Q26: 100%)、光ガイド下挿管[28] (Q27: 77%)、気管支ファイバー挿管[29] (Q28: 100%) など、実施可能な各種の代替挿管方法や器具を積極的に採用することをこのガイドラインでは推奨する。麻酔科医は麻酔導入時の気道管理に関する安全性や質を改善させる可能性のある新しい気道確保器具の開発、そしてそれらの臨床現場での使用動向に常に注目しておくべきである。臨床の気道管理の現場で、ただひとつの完璧な正解というものは存在しない。

意識下挿管の基本理念

フェイスマスク換気困難が予測されるか、あるいは誤嚥の危険性が高い患者では、麻酔導入後の気管挿管よりも、意識下挿管を選択することを考慮に入れるべきである[30] (Q29: 92%)。しかし、この戦略を小さな子供や非協力的な患者に適応するのは難しい。フェイスマスク換気困難と喉頭展開困難の両方に遭遇する可能性を予測するモデルは、意識下挿管を施行するかどうかの判断の助けとなる(図4) (Q30: 88%)。意識のある患者では上気道開存を維持し誤嚥を予防する代償的防御機構が保たれているため、一般的には、意識下挿管はより安全である(Q31: 85%)。鎮静薬を使用する場合、その鎮静レベルに応じてこれらの代償機構は抑制され、損なわれ、場合によっては廃絶さえされることは認識されるべきである[31-34] (Q32: 100%)。患者が反応しなくなるほどの深い鎮静は「意識下」挿管としては避けるべきである(Q33: 85%)。自発呼吸努力(横隔膜の収縮)を維持しても、特に深い鎮静状態では正常な換気と酸素化は保証されないからである(Q34:

100%)。上気道粘膜への表面麻酔は上気道機能を抑制するが、正常な上気道を持つ患者では、意識が保たれていればこれらの抑制は最小限である[35-37] (Q35: 96%)。しかし、意識下挿管は絶対に安全というわけではない。特に、重篤な気道狭窄が存在する患者や呼吸困難症状を呈している患者では、生命を脅かす低酸素血症に進行することがあり得る[38,39] (Q36: 96%)。意識下挿管試行中に気道開存が失われた場合に備え、外科的気道確保器具(稀には体外式膜型人工肺)を準備し、すぐに使用できる状態としておくべきである(Q37: 100%)。

全身麻酔導入後の気道管理戦略：JSA-AMA

JSA-AMA グリーンゾーン：安全領域

JSA 気道管理アルゴリズム (JSA-AMA) (図2) は3つの異なる色のゾーンから構成される。グリーンゾーンは日常の麻酔導入時に取るべき戦略についての推薦事項が含まれる。本ガイドラインでは、麻酔導入に先立ちカプノメータを装着することで、換気状態の持続的な評価を行うことを推奨する (Q38: 100%)。顔面にマスクを密着させ高濃度酸素を3分間吸入させることで、肺の窒素を効果的に酸素と置き換えることができ、低酸素血症の発症を遅らせることができる[7-9, 40-42] (Q39: 88%)。適切な頭位を取ることで、フェイスマスク換気の効率や、予定していた気道管理手技の成功率を最大にすることが可能になる。スニффイングポジション、頭部後屈、そしてランプポジションは、禁忌がなければ、いずれも有効である[43-45] (Q40: 100%)。逆トレンデレンブルグ体位や坐位をとると、無呼吸耐容時間が延長するとともにフェイスマスクによる換気効率が向上するため、特に肥満患者、妊婦、すでに低酸素血症をきたしている患者には推奨される[46, 47] (Q41: 92%)。

麻酔導入方法や使用予定の気道確保器具の種類に関わらず、全身麻酔はグリーンゾーンから始まる。ここでは患者の安全はフェイスマスクによる換気状態がV1であることにより担保される。完全に意識消失するまで患者に呼吸を促すことは無呼吸時間を短縮させうる (Q42: 85%)。患者の反応が無くなることを確認する前に用手的気道確保を行いフェイスマスクで陽圧換気することは、患者にとって不快であり、安全ではないかもしれない (Q43: 77%)。フェイスマスク換気が適切にできることを確認してから神経筋遮断薬を投与するべきであるというエビデンスは存在しない[48] (Q44: 88%)。適切な量の神経筋遮断薬(脱分極性または非脱分極性)使用は、直視型喉頭鏡による気管挿管の成功率を向上させ[49] (Q45: 92%)、フェイスマスクによる換気効率も向上させる可能性がある[50-52] (Q46: 92%)。20cmH₂Oを越える最高気道内圧は胃への送気をもたらし、酸素化や気道防御機構を損なう可能性がある[53-55] (Q47: 88%)。フェイスマスク換気状態はカプノグラム波形を用いて評価するべきである (Q48: 88%)。フェイスマスク換気状態がV1であることを確認したら、予定していた気管挿管または声門上器具挿入を施行してよいが、それらは深麻酔状態あるいは完全に筋弛緩が効いた状態である場合に限られる (Q49: 88%)。

フェイスマスク換気状態がV1を維持できている限り、気管挿管あるいは声門上器具挿入に失敗しても、それ自体が直接、患者にもたらす危険性を上昇させるわけではない (Q50: 92%)。禁忌でなければ、気管挿管、声門上器具、フェイスマスク換気のいずれを選択し

てもよい (Q51: 100%)。しかし、同一施行者による操作あるいは同一器具を用いた操作を3回以上繰り返すことは、特に直視型喉頭鏡やビデオ喉頭鏡の場合は避けるべきである [2,3,56,57] (Q52: 96%)。なぜなら、気道内操作の繰り返しにより上気道浮腫をきたす可能性があり、ひいてはフェイスマスク換気状態を悪化させ、死亡率上昇につながるからである [2, 3, 56, 57]。気管挿管困難と声門上器具挿入困難が事前に予想された場合には、麻酔導入前に別の代替手段を準備するべきである (Q53: 100%)。気管挿管が失敗した場合、常にその時点におけるフェイスマスク換気の状態を確認するべきである (Q54: 100%)。フェイスマスク換気状態が V2 または V3 である場合、最善の努力をしても事態が改善しない場合には、上級麻酔科医を呼び、緊急気道管理器具の手配をした上で、イエローゾーンへの移行を考慮する (Q55: 96%)。最善の努力とは、使用できる気道確保器具あるいは施行する麻酔担当者に依存するため、個々の事例により異なるだろう。気道確保困難に関する機知・才覚・技能を最大限にすべく研鑽することが奨励される (Q56: 96%)。

フェイスマスク換気困難はおそらくは、換気ガスのリーク、気道抵抗上昇、胸郭コンプライアンス低下が原因で生じる。図5にフェイスマスク換気状態を改善させる方法を列記する [58]。

【図5】 マスク換気を改善させる手段

	賛成率
1. 気道内圧を増加させることができない場合	
●両手法や他の方法でマスクフィットを改善させる	(96%)
●ガスリークを代償するために酸素の定常流量を増加させる	(92%)
2. 気道内圧を適切に増加できる場合	
●経口あるいは経鼻エアウェイを挿入する	(92%)
●両手を用いて triple airway maneuver を確実に行う (頭部後屈、下顎前方移動、開口)	(92%)
●逆トレンデレンブルグ体位あるいは半座位とする	(77%)
●麻酔器の人工呼吸器を用いて両手マスク換気を行う (PEEP を高めに設定し、PIP を制限した PCV モード)	(92%)
●CPAP または PEEP を負荷する	(88%)
●筋弛緩薬が投与されていなければ投与する	(92%)
●筋弛緩薬がすでに投与されていれば回復させる	(92%)
●他の麻酔科医の援助を要請する	(92%)

PCV：従圧式換気、PIP：最大気道内圧、CPAP：持続陽圧呼吸

中でも、両手でフェイスマスクを保持し、麻酔器の従圧式換気モードを使用して換気する方法は、片手でフェイスマスクを保持しもう片方の手でバッグを押す方法よりも優れており、特にフェイスマスク換気状態が実際に V2 となってしまった場合には推奨される [59,60] (Q57: 85%)。これら最善の努力をしてもフェイスマスク換気状態が V2 または V3 である場合、気管挿管を一度も試していないなら、イエローゾーンに入る前に、一度だけ、最良と思われる条件下で気管挿管を試してみても良い (Q58: 96%)。ガムエラストックブジーやビデオ喉頭鏡、あるいはこれらを併用すると気管挿管の成功率が高いことが報告されている [20-23, 61]。しかし、どの気管挿管補助器具を用いれば最良なのかは、

個々の症例あるいは麻酔施行者によって異なるため、これについてはその都度、現場で判断しなければならない (Q59: 100%)。この試みが失敗した場合にはイエローゾーンに進むことになる (Q60: 100%)。

迅速導入時に気管挿管に失敗した場合には、適切な輪状軟骨圧迫を施行しながら比較的低下でのフェイスマスク換気を開始すべきである[62] (Q61: 88%)。患者によっては、輪状軟骨圧迫を施行しても誤嚥予防に効果がないこともあるし、輪状軟骨圧迫が気道開存の妨げとなる、あるいは、直視型喉頭鏡による喉頭展開の視野を悪化させることもあり得る[63-65]。気管挿管は浅い麻酔状態や不十分な神経筋遮断状態で施行するべきではない

(Q62: 88%)。なぜなら、それにより胃内容逆流や誤嚥をひきおこす可能性があるからである[66]。フェイスマスク換気状態がV1となったなら、誤嚥の危険性と気管挿管の困難度とをよく検討した上で、同一手段あるいは別の挿管方法で気管挿管を再施行することも許容される[67] (Q63: 92%)。迅速導入時にもフェイスマスク換気状態がV2 またはV3であればイエローゾーンへの移行が必要である (Q64: 100%)。

JSA-AMA イエローゾーン：準緊急領域

最善の努力にもかかわらずフェイスマスク換気状態がV2 またはV3 である場合には、準緊急領域であるイエローゾーンへの移行が必要となる。麻酔科上級医師を含めた他の医療従事者の援助を要請し (Q65: 100%)、適切なサイズの声門上器具を含む緊急気道確保器具が直ぐに使用できるようにするべきである (Q66: 92%)。イエローゾーンにおいては、声門上器具は、信頼できる救命的換気器具であり、準備が出来しだい遅滞なく挿入されるべきである[22,61] (Q67: 92%)。

筋弛緩が得られていない場合には、神経筋遮断薬を投与することによりフェイスマスク換気が改善する可能性がある。しかし、完全な神経筋遮断が得られているにもかかわらずフェイスマスク換気がV2 またはV3 である状態が継続し、重篤な低酸素血症へ進行する危険性がある場合には、患者を覚醒させることと自発呼吸を再開させることを考慮すべきである (Q68: 100%)。神経筋遮断からの回復には、ネオスチグミンよりもスガマデクス (16mg/kg) のほうがより効果的である[68,69] (Q69: 88%)。自発呼吸努力が回復しただけでは、換気再開は保証されない。気道開存がもっとも確実となるのは患者の意識が回復した時である[31,70,71] (Q70: 88%)。オピオイドやベンゾジアゼピン系薬剤を拮抗することも、意識と自発呼吸を回復させるのに役立つかもしれない[72,73] (Q71: 96%)。

特に、気管挿管困難かつフェイスマスク換気がV3 という状態に直面した場合、声門上器具は遅滞なく挿入されるべきである (Q72: 92%)。このガイドラインの趣旨に沿うなら、より早い段階で、つまり換気状態がV2 であっても、患者が重篤な低酸素血症に陥る前に、早めに声門上器具を挿入しておくことが推奨される[74] (Q73: 96%)。声門上器具挿入を一回で成功させるために、日常の麻酔臨床を通して声門上器具挿入の技能向上を目指すべきである (Q74: 96%)。このガイドラインでは特定の声門上器具を推奨することはしないが、成功率の高いもの、リーク圧の高いものが適している[2,75-77] (Q75: 92%)。その中を通して気管挿管が可能な種類の声門上器具であれば (気管支ファイバースコープと併用する場合もそうでない場合もあるが)、挿入後の選択肢が増えるだろう[24-26] (Q76: 88%)。声門上器具を挿入しても換気状態がV2 のままである場合には、別の種類やサイズの声門上器具を挿入してもよい (Q77: 88%)。しかし、状況改善のために最大限の努力を

したにもかかわらず声門上器具による換気状態が不能 (V3) であり、重篤な低酸素血症への進行が予測される場合、遅滞なくレッドゾーンへ移行するべきである (Q78: 100%)。声門上器具による換気状態が不能 (V3) の場合でも、イエローゾーンに入るまえのフェイスマスク換気状態が V2 であったなら、フェイスマスク換気で酸素化を維持しながら、意識と自発呼吸とを回復させることも考慮されるべきである [69,73] (Q79: 92%)。

イエローゾーン内で声門上器具により V1 あるいは V2 の換気状態が達成された場合には、状況改善のために取り得る次の手段を考えるべきである (Q80: 100%)。声門上器具による換気状態が V1 の場合、意識と自発呼吸の回復 (Q81: 92%)、声門上器具を通した気管挿管 (Q82: 100%)、声門上器具で換気を維持した状態のままの手術実施 (Q83: 100%)、などが選択肢である。声門上器具による換気状態が V2 である場合、それはまだ準緊急状態であると認識すべきである (Q84: 96%)。意識と自発呼吸の回復や声門上器具を通した気管挿管に加え、声門上器具のサイズ・種類の変更、外科的気道確保なども状況を改善できる可能性がある (Q85: 81%)。内視鏡を声門上器具に通して観察することにより、声門上器具の位置、あるいは、声帯が重篤な浮腫をきたしていたり閉塞したりしていないか、などに関する有用な情報が得られる可能性がある (Q86: 92%)。

JSA-AMA レッドゾーン：緊急領域

最大限の努力にもかかわらず声門上器具による換気状態が V3 の場合には、重篤な低酸素血症に進行する前にレッドゾーン、即ち緊急領域に移行する必要がある (Q87: 100%)。ここでは、まず、外科的気道確保器具が要請されるべきである。それとともに、重篤な低酸素血症と高二酸化炭素血症の結果として発生し得る重症不整脈や心停止に備え、救急薬剤などを備えた緊急カートも要請されるべきである (Q88: 96%)。低酸素血症発生初期の代償性頻脈や高血圧よりも、それに引き続いて起こる徐脈や高度の低血圧は、より危機的であり、薬剤を用いて治療されるべきである (Q89: 92%)。心機能が高度に障害された場合直ちに胸骨圧迫を開始すべきである (Q90: 100%)。酸素化が改善しなければ良好な予後は期待できないので、気道確保手技のために胸骨圧迫を短時間中断することは許容される (Q91: 96%)。外科的気道確保は、侵襲的であり重篤な合併症をきたす可能性もあるが、必要時には遅滞なく施行されることが奨励される (Q92: 96%)。外科的気道確保手技の妨げとなることがなければ、例えば、意識と自発呼吸の回復、酸素によるフェイスマスク換気、気管挿管の継続的試行、声門上器具による換気などあらゆる可能性を別の麻酔施行者が試しても良い (Q93: 96%)。レッドゾーン領域の戦略を決めるにあたっては、症例報告あるいはシミュレーション研究の結果などのごく限られたエビデンスしか存在せず、ほとんどの推薦事項は専門家の見解に基づいたものであることは認識すべきである [78,79]。特に小児患者では、エビデンスも経験も少ないことに加え、体の大きさが多岐にわたるため、使用できる外科的気道確保器具が非常に限定されている。

輪状甲状膜を正確に同定することは、緊急の外科的気道確保を成功させる鍵である [80] (Q94: 96%)。体表面皮膚から輪状甲状膜が触知可能な場合には市販の輪状甲状膜穿刺キット使用が推奨される [81,82] (Q95: 92%)。一般的には、直接穿刺して挿入する型のもものは迅速に施行できるが、気管外への誤挿入のような重篤な合併症の報告もある。直接穿刺型であっても、より最近の製品では気管後壁まで到達しにくい安全対策がなされている [81]。一方、ガイドワイヤー併用のセルディンガー穿刺型のもものは、手技を完了させるの

により多くの時間を要するものの、重篤な合併症に発展する頻度はより低いと考えられている[81,82]。本ガイドラインでは、何らかの輪状甲状膜穿刺キットを含む器具一式を手術室内あるいはその近くに常備し、すぐに使用できるようにしておくことを推奨する

(Q96: 92%)。ほとんどの成人用の輪状甲状膜穿刺キットには外径 22mm のコネクターを装着可能な内径 4mm のチューブが採用されており、気管内に挿入成功後、換気は十分ではないが速やかに肺を膨張させて酸素化を改善させることが可能である。緊急の輪状甲状膜穿刺時には皮膚消毒は省略可能である (Q97: 73%)。本ガイドラインでは、他に利用できる手段がない場合を除いて、大口径の静脈留置針による穿刺は推奨しない[78,83,84] (Q98: 81%)。緊急時のジェット換気は、成功すれば効果的ではあるものの重篤な合併症の危険もあり、その適応は熟練した施行者に限られるべきである[79] (Q99: 92%)。

輪状甲状膜が同定できない場合、あるいは穿刺キットが手に入らない場合、外科的に輪状甲状膜を切開することで、比較的小口径のカフ付き気管チューブ挿入が可能となる [78,85,86] (Q100: 88%)。まず、輪状甲状膜が存在すると思われる部位の皮膚にメスで 2-3cm の縦切開を加える。これにより、輪状甲状膜の存在部位が正確に同定できる可能性がある。引き続き、輪状甲状膜に横切開を加えることで、輪状甲状膜穿刺キットまたは小口径気管チューブの挿入が可能となる[87]。頸部を切開しても輪状甲状膜が同定不可能な場合、外科的気管切開が必要となる (Q101: 92%)。外科的気管切開は、輪状甲状膜穿刺あるいは切開に比べ、完遂までより多くの時間を必要とするため、第一選択とすべきではない (Q102: 88%)。しかし、輪状甲状膜からの穿刺や切開を施行中も、外科的気管切開が必要になる可能性を考慮し、その準備を同時に進めるべきである。ガイドワイヤーを用いた経皮的気管切開については、非熟練者が使用する場合、それを緊急時の第一選択とすることを支持するエビデンスはほとんどない[88,89] (Q103: 81%)。また、日本で入手可能な経皮的気管切開セットは緊急時の使用は禁忌となっている。

緊急の外科的気道確保手段は、気管切開を除いては一時的な救命的気道確保手段と考えるべきであり、定時予定手術において酸素化と換気を維持する手段としては不相当である (Q104: 84%)。手術中止 (Q105: 96%)、意識と自発呼吸の回復 (Q106: 96%)、気管挿管試行 (Q107: 76%) などが選択肢となる[83]。

外科的気道確保器具の留置が「成功」したにもかかわらず酸素化や換気の改善がない場合には、それらが本当に正しく留置されているか、あるいは気管支攣縮や気管の閉塞が原因の重篤な下気道閉塞がないか、について再評価することを考慮すべきである (Q108: 85%)。薬剤を用いた治療や内視鏡を用いた評価によって、これらの状況が改善する可能性がある (Q109: 92%)。

気道管理の知識や技能の習得と向上

すべての麻酔施行者は、気道管理に関する広範な技能と知識を習得し向上させるべく、絶え間なく努力することを求められている (Q110: 100%)。このガイドラインを理解し実践するためには、上気道の解剖ならびにその生理機能についての基本的知識が欠かせない (Q111: 100%)。日々の麻酔業務を通じて、グリーンゾーン内での気道管理の成功率と質とを向上させるべきである (Q112: 96%)。具体的には、術前気道評価、安全な意識下挿管の技術、安全な麻酔導入方法、様々な気管挿管の方法、そして、声門上器具の適切

な使用などがあげられる。しかし、日々の臨床業務内でイエローゾーンやレッドゾーンの経験をするのは稀であるため、気道確保困難に関するワークショップ、その他の勉強会などに積極的に参加すべきである (Q113: 96%)。中でも、自分の施設で使用する輪状甲状膜穿刺 (切開) キットについては気道モデルやマネキンを用いて練習し、その使用方法に習熟しておく必要がある[90-92] (Q114: 96%)。

気道管理に関するデータの蓄積と患者との情報共有

術前気道評価や麻酔導入時の気道管理方法を含めた全ての気道管理に関するデータは、麻酔記録内に系統的かつ客観的に記載されるべきである (Q115: 100%)。中でも、イエローゾーンとレッドゾーン内での出来事については、将来の麻酔管理のために、詳細に記録されるべきである。また、その情報は日本麻酔科学会に報告して解析され、将来的にこのガイドラインの改訂に役立てられるべきである (Q116: 92%)。気道確保困難の既往は麻酔施行者にとって最も信頼できる情報源となる。イエローゾーンやレッドゾーン内での出来事の詳細な記録は患者とその家族にも知らされるべきであり、そして、将来の麻酔を担当する施行者と共有されるべきである (Q117: 100%)。

謝辞

このガイドラインは、日本麻酔科学会気道管理アルゴリズム作成委員会委員によって作成された：磯野 史朗、青山 和義、浅井 隆、福田 和彦、五藤 恵次、萩平 哲、広木 公一、市川 高夫、石川 輝彦、香川 哲郎、上農 喜朗、川名 信、小林 孝史、倉橋 清泰、蔵谷 紀文、車 武丸、水本 一弘、中川 雅史、中澤 弘一、西脇 公俊、坂本 篤裕、佐和 貞治、白石義人、祖父江 和哉、鈴木 康之、磨田 裕

引用文献

- 1) Irita K, Kawashima Y, Iwao Y, Seo N, Tsuzaki K, Morita K, Obara H. Annual mortality and morbidity in operating rooms during 2002 and summary of morbidity and mortality between 1999 and 2002 in Japan: a brief review. *Masui* 2004; 53: 320-35.
- 2) Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 2005; 103: 33-9.
- 3) Cook TM, Woodall N, Frerk C. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: Anaesthesia. *Br J Anaesth* 2011; 106: 617-31.
- 4) Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, Blitt CD, Connis RT, Nickinovich DG, Hagberg CA, Caplan RA, Benumof JL, Berry FA, Blitt CD, Bode RH, Cheney FW, Connis RT, Guidry OF, Nickinovich DG, Ovassapian A; American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2013; 118: 251-70.
- 5) Crosby ET, Cooper RM, Douglas MJ, Doyle DJ, Hung OR, Labrecque P, Muir H, Murphy MF, Preston RP, Rose DK, Roy L. The unanticipated difficult airway with recommendations for management. *Can J Anaesth* 1998; 45: 757-76.
- 6) Henderson JJ, Popat MT, Latto IP, Pearce AC; Difficult Airway Society. Difficult Airway Society guidelines for management of the unanticipated difficult intubation. *Anaesthesia* 2004; 59: 675-94.
- 7) Cherniack NS, Longobardo GS. Oxygen and carbon dioxide gas stores of the body. *Physiol Rev* 1970; 50: 196-243.
- 8) Farmery AD, Roe PG. A model to describe the rate of oxyhaemoglobin desaturation during apnoea. *Br J Anaesth* 1996; 76: 284-91.

- 9) Naguib M, Samarkandi AH, Abdullah K, Riad W, Alharby SW. Succinylcholine dosage and apnea-induced hemoglobin desaturation in patients. *Anesthesiology* 2005; 102: 35-40.
- 10) Bhavani-Shankar K, Kumar AY, Moseley HS, Ahyee-Hallsworth R. Terminology and the current limitations of time capnography: a brief review. *J Clin Monit* 1995; 11: 175-82.
- 11) Bhavani-Shankar K, Philip JH. Defining segments and phases of a time capnogram. *Anesth Analg* 2000; 91: 973-7.
- 12) Shiga T, Wajima Z, Inoue T, Sakamoto A. Predicting difficult intubation in apparently normal patients: a meta-analysis of bedside screening test performance. *Anesthesiology* 2005; 103: 429-37.
- 13) Cheney FW, Posner KL, Lee LA, Caplan RA, Domino KB. Trends in anesthesia-related death and brain damage: A closed claims analysis. *Anesthesiology* 2006; 105: 1081-6.
- 14) Rosenstock C, Østergaard D, Kristensen MS, Lippert A, Ruhnau B, Rasmussen LS. Residents lack knowledge and practical skills in handling the difficult airway. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004; 48: 1014-8.
- 15) Borges BC, Boet S, Siu LW, Bruppacher HR, Naik VN, Riem N, Joo HS. Incomplete adherence to the ASA difficult airway algorithm is unchanged after a high-fidelity simulation session. *Can J Anaesth* 2010; 57: 644-9.
- 16) Langeron O, Masso E, Huraux C, Guggiari M, Bianchi A, Coriat P, Riou B. Prediction of difficult mask ventilation. *Anesthesiology* 2000; 92: 1229-36.
- 17) Kheterpal S, Martin L, Shanks AM, Tremper KK. Prediction and outcomes of impossible mask ventilation: a review of 50,000 anesthetics. *Anesthesiology* 2009; 110: 891-7.
- 18) Kheterpal S, Healy D, Aziz MF, Shanks AM, Freundlich RE, Linton F, Martin LD, Linton J, Epps JL, Fernandez-Bustamante A, Jameson LC, Tremper T, Tremper KK; Multicenter Perioperative Outcomes Group (MPOG) Perioperative Clinical Research Committee. Incidence, predictors, and outcome of difficult mask ventilation combined with difficult laryngoscopy: a report from the multicenter perioperative outcomes group. *Anesthesiology* 2013; 119: 1360-9.
- 19) Rosenblatt WH. The Airway Approach Algorithm: a decision tree for organizing preoperative airway information. *J Clin Anesth* 2004; 16: 312-6.
- 20) Aziz MF, Healy D, Kheterpal S, Fu RF, Dillman D, Brambrink AM. Routine clinical practice effectiveness of the Glidescope in difficult airway management: an analysis of 2,004 Glidescope intubations, complications, and failures from two institutions. *Anesthesiology* 2011; 114: 34-41.
- 21) 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* 2009; 110: 898-904.
- 22) Combes X, Le Roux B, Suen P, Dumerat M, Motamed C, Sauvat S, Duvaldestin P, Dhonneur G. Unanticipated difficult airway in anesthetized patients: prospective validation of a management algorithm. *Anesthesiology* 2004; 100: 1146-50.
- 23) Takenaka I, Aoyama K, Iwagaki T, Ishimura H, Takenaka Y, Kadoya T: Approach combining the airway scope and the bougie for minimizing movement of the cervical spine during endotracheal intubation. *Anesthesiology* 2009; 110: 1335-40.
- 24) Nakazawa K, Tanaka N, Ishikawa S, Ohmi S, Ueki M, Saitoh Y, Makita K, Amaha K. Using the intubating laryngeal mask airway (LMA-Fastrach) for blind endotracheal intubation in patients undergoing cervical spine operation. *Anesth Analg* 1999; 89: 1319-21.
- 25) Ferson DZ, Rosenblatt WH, Johansen MJ, Osborn I, Ovassapian A. Use of the intubating LMA-Fastrach in 254 patients with difficult-to-manage airways. *Anesthesiology* 2001; 95: 1175-81.
- 26) Jagannathan N, Kho MF, Kozlowski RJ, Sohn LE, Siddiqui A, Wong DT. Retrospective audit of the air-Q intubating laryngeal airway as a conduit for tracheal intubation in pediatric patients with a difficult airway. *Paediatr Anaesth* 2011; 21: 422-7.
- 27) Aoyama K, Yasunaga E, Takenaka I, Kadoya T, Sata T, Shigematsu A: Positive pressure ventilation during fiberoptic intubation: comparison of the laryngeal mask airway, intubating laryngeal mask and endoscopy mask techniques. *Br J Anaesth* 2002; 88: 246-54.
- 28) Hung OR, Pytko S, Morris I, Murphy M, Stewart RD. Lightwand intubation: II--Clinical trial of a new lightwand for tracheal intubation in patients with difficult airways. *Can J Anaesth* 1995; 42: 826-30.
- 29) Iqbal R, Gardner-Thorpe C, Thompson J, Popat MT, Yentis SM, Pandit JJ. A comparison of an anterior jaw lift manoeuvre with the Berman airway for assisting fiberoptic orotracheal intubation. *Anaesthesia*

- 2006; 61: 1048-52.
- 30) Benumof JL. Management of the difficult adult airway. With special emphasis on awake tracheal intubation. *Anesthesiology* 1991; 75: 1087-110.
 - 31) Hillman DR, Walsh JH, Maddison KJ, Platt PR, Kirkness JP, Noffsinger WJ, Eastwood PR. Evolution of changes in upper airway collapsibility during slow induction of anesthesia with propofol. *Anesthesiology* 2009; 111: 63-71.
 - 32) Isono S. Obstructive sleep apnea of obese adults: pathophysiology and perioperative airway management. *Anesthesiology* 2009; 110: 908-21.
 - 33) Nishino T, Takizawa K, Yokokawa N, Hiraga K. Depression of the swallowing reflex during sedation and/or relative analgesia produced by inhalation of 50% nitrous oxide in oxygen. *Anesthesiology* 1987; 67: 995-8.
 - 34) Nishino T. Physiological and pathophysiological implications of upper airway reflexes in humans. *Jpn J Physiol* 2000; 50: 3-14.
 - 35) Liistro G, Stănescu DC, Veriter C, Rodenstein DO, D'Odemont JP. Upper airway anesthesia induces airflow limitation in awake humans. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146: 581-5.
 - 36) Gozal D, Burnside MM. Increased upper airway collapsibility in children with obstructive sleep apnea during wakefulness. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 169: 163-7.
 - 37) Nishino T, Sugiyama A, Tanaka A, Ishikawa T. Effects of topical nasal anaesthesia on shift of breathing route in adults. *Lancet* 1992; 339: 1497-500.
 - 38) McGuire G, el-Beheiry H. Complete upper airway obstruction during awake fiberoptic intubation in patients with unstable cervical spine fractures. *Can J Anaesth* 1999; 46: 176-8.
 - 39) Ho AM, Chung DC, To EW, Karmakar MK. Total airway obstruction during local anesthesia in a non-sedated patient with a compromised airway. *Can J Anaesth* 2004; 51: 838-41.
 - 40) Benumof JL, Dagg R, Benumof R: Critical hemoglobin desaturation will occur before return to an unparalyzed state following 1 mg/kg intravenous succinylcholine. *Anesthesiology* 1997; 87:979-82.
 - 41) Heier T, Feiner JR, Lin J, Brown R, Caldwell JE: Hemoglobin desaturation after succinylcholine-induced apnea: A study of the recovery of spontaneous ventilation in healthy volunteers. *Anesthesiology* 2001; 94:754-9.
 - 42) Kinouchi K, Tanigami H, Tashiro C, Nishimura M, Fukumitsu K, Takauchi Y. Duration of apnea in anesthetized infants and children required for desaturation of hemoglobin to 95%. The influence of upper respiratory infection. *Anesthesiology* 1992; 77: 1105-7.
 - 43) Isono S, Tanaka A, Ishikawa T, Tagaito Y, Nishino T. Sniffing position improves pharyngeal airway patency in anesthetized patients with obstructive sleep apnea. *Anesthesiology* 2005; 103: 489-94.
 - 44) 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 patients. *Anesthesiology* 2001; 95: 836-41.
 - 45) Collins JS, Lemmens HJ, Brodsky JB, Brock-Utne JG, Levitan RM. Laryngoscopy and morbid obesity: a comparison of the "sniff" and "ramped" positions. *Obes Surg* 2004; 14: 1171-5.
 - 46) Tagaito Y, Isono S, Tanaka A, Ishikawa T, Nishino T. Sitting posture decreases collapsibility of the passive pharynx in anesthetized paralyzed patients with obstructive sleep apnea. *Anesthesiology* 2010; 113: 812-8.
 - 47) Altermatt FR, Muñoz HR, Delfino AE, Cortínez LI. Pre-oxygenation in the obese patient: effects of position on tolerance to apnoea. *Br J Anaesth* 2005; 95: 706-9.
 - 48) Calder I, Yentis SM. Could 'safe practice' be compromising safe practice? Should anaesthetists have to demonstrate that face mask ventilation is possible before giving a neuromuscular blocker? *Anaesthesia* 2008; 63: 113-5.
 - 49) Combes X, Andriamifidy L, Dufresne E, Suen P, Sauvat S, Scherrer E, Feiss P, Marty J, Duvaldestin P. Comparison of two induction regimens using or not using muscle relaxant: impact on postoperative upper airway discomfort. *Br J Anaesth* 2007; 99: 276-81.
 - 50) Goodwin MW, Pandit JJ, Hames K, Popat M, Yentis SM. The effect of neuromuscular blockade on the efficiency of mask ventilation of the lungs. *Anaesthesia* 2003; 58: 60-3.
 - 51) Warters RD, Szabo TA, Spinale FG, DeSantis SM, Reves JG. The effect of neuromuscular blockade on mask ventilation. *Anaesthesia* 2011; 66: 163-7.

- 52) Ikeda A, Isono S, Sato Y, Yogo H, Sato J, Ishikawa T, Nishino T. Effects of muscle relaxants on mask ventilation in anesthetized persons with normal upper airway anatomy. *Anesthesiology* 2012; 117: 487-93.
- 53) Bouvet L, Albert ML, Augris C, Boselli E, Ecochard R, Rabilloud M, Chassard D, Allaouchiche B: Real-time detection of gastric insufflation related to facemask pressure-controlled ventilation using ultrasonography of the antrum and epigastric auscultation in nonparalyzed patients: A prospective, randomized, double-blind study. *Anesthesiology* 2014; 120: 326-34.
- 54) Ruben H, Knudsen EJ, Carugati G. Gastric inflation in relation to airway pressure. *Acta Anaesthesiol Scand* 1961; 5: 107-14.
- 55) Lawes EG, Campbell I, Mercer D: Inflation pressure, gastric insufflation and rapid sequence induction. *Br J Anaesth* 1987; 59: 315-8.
- 56) Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 2005; 103: 33-9.
- 57) Nagaro T, Yorozuya T, Sotani M, Adachi N, Tabo E, Arai T, Dote K. Survey of patients whose lungs could not be ventilated and whose trachea could not be intubated in university hospitals in Japan. *J Anesth* 2003; 17: 232-40.
- 58) Mort TC. Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. *Anesth Analg* 2004; 99: 607-13.
- 59) Sato Y, Ikeda A, Ishikawa T, Isono S. How can we improve mask ventilation in patients with obstructive sleep apnea during anesthesia induction? *J Anesth* 2013; 27:152-6.
- 60) Joffe AM, Hetzel S, Liew EC. A two-handed jaw-thrust technique is superior to the one-handed "EC-clamp" technique for mask ventilation in the apneic unconscious person. *Anesthesiology* 2010; 113: 873-9.
- 61) Racine SX, Solis A, Hamou NA, Letoumelin P, Hepner DL, Beloucif S, Baillard C. Face mask ventilation in edentulous patients: a comparison of mandibular groove and lower lip placement. *Anesthesiology* 2010; 112: 1190-3.
- 62) Amathieu R, Combes X, Abdi W, Housseini LE, Rezzoug A, Dinca A, Slavov V, Bloc S, Dhonneur G. An algorithm for difficult airway management, modified for modern optical devices (Airtraq laryngoscope; LMA CTrach™): a 2-year prospective validation in patients for elective abdominal, gynecologic, and thyroid surgery. *Anesthesiology* 2011; 114: 25-33.
- 63) Isono S, Eikermann M, Odaka T. Facemask Ventilation during Induction of Anesthesia: How "Gentle" Is "Gentle" Enough? *Anesthesiology* 2014; 120: 263-5.
- 64) Smith KJ, Dobranowski J, Yip G, Dauphin A, Choi PT. Cricoid pressure displaces the esophagus: an observational study using magnetic resonance imaging. *Anesthesiology* 2003; 99: 60-4.
- 65) Rice MJ, Mancuso AA, Gibbs C, Morey TE, Gravenstein N, Deitte LA. Cricoid pressure results in compression of the postcricoid hypopharynx: the esophageal position is irrelevant. *Anesth Analg* 2009; 109: 1546-52.
- 66) Turgeon AF, Nicole PC, Trepanier CA. Cricoid pressure does not increase the rate of failed intubation by direct laryngoscopy in adults. *Anesthesiology* 2005; 102: 315-9.
- 67) El-Orbany M, Connolly LA. Rapid sequence induction and intubation: current controversy. *Anesth Analg* 2010; 110: 1318-25.
- 68) Takenaka I, Aoyama K, Kinoshita Y, Iwagaki T, Ishimura H, Takenaka Y, Kadoya T. Combination of Airway Scope and bougie for a full-stomach patient with difficult intubation caused by unanticipated anatomical factors and cricoid pressure. *J Clin Anesth* 2009;21 : 64-6.
- 69) Lee C, Jahr JS, Candiotti KA, Warriner B, Zornow MH, Naguib M. Reversal of profound neuromuscular block by sugammadex administered three minutes after rocuronium: a comparison with spontaneous recovery from succinylcholine. *Anesthesiology* 2009; 110: 1020-5.
- 70) Mendonca C. Sugammadex to rescue a 'can't ventilate' scenario in an anticipated difficult intubation: is it the answer? *Anaesthesia* 2013; 68: 795-9.
- 71) Phillipson EA, Sullivan CE. Arousal: The forgotten response to respiratory stimuli. *Am Rev Respir Dis* 1978; 118: 807-9.
- 72) Remmers JE, deGroot WJ, Sauerland EK, Anch AM. Pathogenesis of upper airway occlusion during sleep. *J Appl Physiol* 1978; 44: 931-8.

- 73) Stefanutto TB, Feiner J, Krombach J, Brown R, Caldwell JE. Hemoglobin desaturation after propofol/remifentanyl-induced apnea: a study of the recovery of spontaneous ventilation in healthy volunteers. *Anesth Analg* 2012; 114: 980-6.
- 74) Kopman AF, Kurata J. Can't intubate, can't ventilate: is "rescue reversal" a pipe-dream? *Anesth Analg* 2012; 114: 924-6.
- 75) Isono S, Ishikawa T. Oxygenation, not intubation, does matter. *Anesthesiology* 2011; 114: 7-9.
- 76) Brimacombe J, Keller C, Judd DV. Gum elastic bougie-guided insertion of the ProSeal laryngeal mask airway is superior to the digital and introducer tool techniques. *Anesthesiology* 2004; 100: 25-9.
- 77) Abdi W, Dhonneur G, Amathieu R, Adhoum A, Kamoun W, Slavov V, Barrat C, Combes X. LMA supreme versus facemask ventilation performed by novices: a comparative study in morbidly obese patients showing difficult ventilation predictors. *Obes Surg* 2009; 19: 1624-30.
- 78) Theiler LG, Kleine-Brueggeney M, Kaiser D, Urwyler N, Luyet C, Vogt A, Greif R, Unibe MM. Crossover comparison of the laryngeal mask supreme and the i-gel in simulated difficult airway scenario in anesthetized patients. *Anesthesiology* 2009; 111: 55-62.
- 79) Scrase I, Woollard M. Needle vs surgical cricothyroidotomy: a short cut to effective ventilation. *Anaesthesia* 2006; 61: 962-74.
- 80) Frerk C, Frampton C. Cricothyroidotomy; time for change. *Anaesthesia* 2006; 61: 921-3.
- 81) Aslani A, Ng SC, Hurley M, McCarthy KF, McNicholas M, McCaul CL. Accuracy of identification of the cricothyroid membrane in female subjects using palpation: an observational study. *Anesth Analg* 2012; 114: 987-92.
- 82) Benkhadra M, Lenfant F, Nemetz W, Anderhuber F, Feigl G, Fasel J. A comparison of two emergency cricothyroidotomy kits in human cadavers. *Anesth Analg* 2008; 106: 182-5.
- 83) Dimitriadis JC, Paoloni R. Emergency cricothyroidotomy: a randomised crossover study of four methods. *Anaesthesia* 2008; 63: 1204-8.
- 84) Patel RG. Percutaneous transtracheal jet ventilation: a safe, quick, and temporary way to provide oxygenation and ventilation when conventional methods are unsuccessful. *Chest* 1999; 116: 1689-94.
- 85) Metz S, Parnet JL, Levitt JD. Failed emergency transtracheal ventilation through a 14-gauge intravenous catheter. *J Clin Anesth* 1996; 8: 58-62.
- 86) McIntosh SE, Swanson ER, Barton ED. Cricothyrotomy in air medical transport. *J Trauma* 2008; 64: 1543-7.
- 87) Stephens CT, Kahntroff S, Dutton RP. The success of emergency endotracheal intubation in trauma patients: a 10-year experience at a major adult trauma referral center. *Anesth Analg* 2009; 109: 866-72.
- 88) Schober P, Hegemann MC, Schwarte LA, Loer SA, Noetges P. Emergency cricothyrotomy-a comparative study of different techniques in human cadavers. *Resuscitation* 2009; 80: 204-9.
- 89) Dob DP, McLure HA, Soni N. Failed intubation and emergency percutaneous tracheostomy. *Anaesthesia* 1998; 53: 72-4.
- 90) Schlossmacher P, Martinet O, Testud R, Agesilas F, Benhamou L, Gauzère BA. Emergency percutaneous tracheostomy in a severely burned patient with upper airway obstruction and circulatory arrest. *Resuscitation* 2006; 68: 301-5.
- 91) Ratnayake B, Langford RM. A survey of emergency airway management in the United Kingdom. *Anaesthesia* 1996; 51: 908-11.
- 92) Wong DT, Prabhu AJ, Coloma M, Imasogie N, Chung FF. What is the minimum training required for successful cricothyroidotomy?: a study in mannequins. *Anesthesiology* 2003; 98: 349-53.
- 93) Helm M, Hossfeld B, Jost C, Lampl L, Böckers T. Emergency cricothyroidotomy performed by inexperienced clinicians--surgical technique versus indicator-guided puncture technique. *Emerg Med J* 2013; 30: 646-9.

2015年3月制定
2015年4月改訂
公益社団法人 日本麻醉科学会