

●講 座●

呼吸管理のデバイス
気道確保器具 [2回連載] ②

浅井 隆

キーワード：気道確保，気道確保困難，気管挿管，声門上エアウェイ

I. はじめに

前回、呼吸管理のデバイスとして、さまざまな気道確保器具があることを確認した¹⁾。これらの器具をどのように使い分けるかは、各器具の利点と欠点を把握したうえで、各症例の状況に合わせて選択する必要がある。今回、各器具の利点・欠点を確認し、各症例の状況に応じてどの器具を選択すべきかについて検討する。

II. 各気道確保器具の利点と欠点

前回、数十種類ある気道確保器具は、フェイスマスク、声門上エアウェイ、気管チューブの3つのカテゴリーに区分できることを確認したが、それらのカテゴリーには次のような利点と欠点がある(表1)²⁾。

1. フェイスマスク

1) 利点

- 刺激が小さい。

フェイスマスクは顔に当てて使用し、気管挿管のように体内に器具を挿入しないため、刺激が小さい。

- 気管挿管に比べ、気道反射を誘発しにくい。

フェイスマスクを用いた陽圧換気は、気管チューブや声門上エアウェイに比べ、気道反射を誘発しにくい。

2) 欠点

- 使用には技術を要する。

フェイスマスクを用いた換気はマスクを顔に当て

表1 各器具の利点と欠点

フェイスマスク

利点

- 気管挿管に比べ、気道反射を誘発しにくい

欠点

- 使用には技術を要する
- 上気道閉塞を防ぐことが困難
- 声門および下気道の閉塞を解除できない
- 呼吸ガスの漏れを防ぐことが困難
- 誤嚥を阻止できない

声門上エアウェイ

利点

- 上気道閉塞を防ぐことが可能
- 呼吸ガスの漏れをある程度防ぐことが可能
- 気管チューブに比べ、気道反射を誘発しにくい

欠点

- 挿入困難、換気困難なことがある
- 誤嚥を阻止できない
- 声門および下気道の閉塞を解除できない
- 陽圧換気時に気道内圧が高いと器具周囲から換気ガスが漏れる

気管チューブ

利点

- 上気道から気管上部までの閉塞を防ぐことが可能
- 呼吸ガスの漏れを防ぐことが可能
- 誤嚥を最も有効に阻止できる
- 陽圧換気時に気道内圧が高い場合にも器具周囲から換気ガスが漏れにくい

欠点

- 気管挿管が困難なことがある
- 気道反射などのストレス反射を誘発しやすい
- 気道刺激は最も強く、損傷を最も起こしやすい
- 食道誤挿入に気づかれないと致命的になる

獨協医科大学埼玉医療センター 麻酔科

るという最も単純な方法で、陽圧換気により送気ガスを肺内に送り込むことができるが、フェイスマスクを適切に用いるには相当な技術を要する。

- 上気道閉塞を防ぐことが困難。
フェイスマスク自体では、上気道閉塞を防ぐことができない。そのため、下顎挙上や、口腔あるいは鼻腔エアウェイの挿入を必要とすることがしばしばある。そのため、十分な換気量を確保できないことがある。
- 声門および下気道の閉塞を解除できない。
フェイスマスクでは、声門および下気道の閉塞を防止できない。
- 送気ガスの漏れを防ぐことが困難。
フェイスマスクと顔との間に隙間ができ、マスク周囲から送気ガスが漏れ、適切な換気量を保てないことがある。
- 誤嚥を阻止できない。
フェイスマスクでは、誤嚥を防ぐことができない。

2. 声門上エアウェイ

声門上エアウェイにはさまざまな種類があるが、それらの利点と欠点は基本的に同じである。

1) 利点

- 上気道閉塞部位をバイパスし、換気を可能にする。
ラリンジアルマスクなどの喉頭マスクでは、上気道閉塞の3大原因（舌根沈下、軟口蓋による鼻腔閉塞、喉頭蓋による喉頭閉塞）をバイパスすることにより、換気を可能にする。そのため、下顎挙上が必要となることは稀である。
- 正常気道内圧では、送気ガスの漏れを防ぐことが可能である。
声門上エアウェイの挿入により、陽圧換気時に気道内圧が異常に高くないかぎり、器具周囲からの送気ガスの漏れを防ぐことが可能である。
- 気管挿管に比べ、気道反射を誘発しにくい。
声門上エアウェイは気管チューブのように声門や気管に接触しないため、気道反射を誘発しにくい。

2) 欠点

- 口腔内に逆流してきた胃内容物の誤嚥を防げない。
口腔内に逆流してきた胃内容物の誤嚥を防ぐことができない。
- 声門、それ以遠の気道が閉塞すると、換気ができ

なくなる。

喉頭痙攣などにより声門が閉鎖したり、外部からの圧迫などで気管が閉塞したりすると、換気ができない。

- 陽圧換気の際に気道内圧が高いと、器具周囲より送気ガスが漏れる。
陽圧換気時に気道内圧が高いと、器具周囲より送気ガスが漏れてしまう。たとえば通常のラリンジアルマスクの場合、気道内圧が15～18cmH₂Oを超えると送気ガスが漏れる。

3. 気管チューブ

1) 利点

- 上気道から気管上部までの閉塞を防ぐことが可能。
気管チューブは、上気道閉塞のみならず、声門部および気管上部の閉塞も防止することが可能である。
- 送気ガスの漏れを防ぐことが可能。
気管チューブのカフを膨らませることにより、気管内壁とチューブ外壁との隙間を塞ぎ、送気ガスの漏れを防ぐことが可能である。
- 誤嚥を最も有効に阻止できる。
気管チューブのカフを膨らませることにより、他の器具に比べて誤嚥を最も有効に防ぐことが可能である。

2) 欠点

- 気管挿管が困難なことがある。
チューブの気管への挿入は、ベテランの麻酔科医が施行してもしばしば困難となる。
- 気道への刺激が最も強く、ストレス反射を誘発しやすい。
チューブという異物を気管に挿入するため、それにより激しい咳反射や血圧・脳圧・眼圧の上昇を誘発する危険性がある。
- 気道刺激は最も強く、損傷を最も起こしやすい。
気管挿管操作により、声門や気管を損傷する危険性がある。とくに、観血的気管挿管による侵襲の程度は、他の方法に比べ大きい。
- 食道誤挿入が気づかれず致死的になる
チューブが食道に誤って挿入され、気がつかないと、換気ができず致死的になる。

Ⅲ. 気道確保器具の選択

各症例でこれらのどの種類の器具を用いて気道確保をすべきかは、各気道確保器具の利点と欠点を考慮して決める必要がある。器具の選択は、患者の身体状態のみならず、患者の置かれた状況によっても変化する。とくに、手術室で全身麻酔を受ける患者と手術室外で緊急的に気道確保を受ける患者、そして心肺蘇生を受ける患者とでは、状況に大きな違いがある。

1. 全身麻酔中の気道確保

全身麻酔を受ける患者における気道確保器具の選択は次の順番で行う。

1) 気管挿管が必要か？

まず気管挿管が必須かどうかを判断する。気管挿管が必須とすべき症例は、フェイスマスクあるいは声門上エアウェイの使用が禁忌、あるいは不適切とされる場合である（表2）。

全身麻酔中に誤嚥の危険性が高いと予測された場合には、カフ付きの気管チューブを用いて誤嚥を防止する必要がある。フェイスマスクや声門上エアウェイを介した換気中に気道閉塞を起こす危険性がある場合にも、気管挿管が必要と判断する。陽圧換気中に気道内圧が高くなる危険性のある場合、フェイスマスクあるいは声門上エアウェイ周囲から送気ガスが漏れて、有効に換気ができない可能性がある。また、送気ガスが胃内に注入され、誤嚥の危険性が高くなる。そのため、気管挿管を選択する。

高度の肥満、慢性閉塞性肺機能障害や気管支痙攣状態の場合、陽圧換気時に気道内圧が高くなることが知られている。また、胸腔内の手術中には、十分な換気ができない可能性が高いため、気管挿管が必要となる。

2) 観血的気管挿管が必須か？

気管挿管が必須と判断した場合には、次に観血的気管挿管が必要かどうかを判定する。たとえば、腫瘍などで上気道が狭窄して経口、経鼻の気管チューブ挿入が困難と判断される場合、気管切開などの観血的気管挿管が適応となる。

3) 気管挿管が必須でない場合の選択法

気管挿管が必須でない場合には、フェイスマスクあるいは声門上エアウェイが適応となる。フェイスマスクは最も侵襲が小さいため、気管挿管が必須でない場

表2 気管挿管が必須の症例

- 誤嚥の危険性が高い場合
- 声門あるいは下気道の閉塞が起こる危険性がある場合
- 陽圧換気時に高い気道内圧が必要となる場合

表3 気管挿管が必須でないがフェイスマスクを避けるべき症例

- マスク周囲からの送気ガス漏れが多い場合
- 下顎挙上が持続的に必要な場合
- 長時間の気道確保が必要な場合

合の第1選択となる。しかし、フェイスマスク周囲からのガス漏れが多い場合や、持続的な下顎挙上が必要な場合には、フェイスマスクの使用は不適切となる。また、20～30分以上のフェイスマスクの使用により、麻酔ガス漏れや、持続的な下顎挙上による術後の下顎部の痛みなどが残りやすいため、フェイスマスクは不適切と判断すべきである（表3）。そのような場合には、声門上エアウェイの適応となる。

全身麻酔中に使用する声門上エアウェイは、どの器具でも使用可能であるが、より侵襲の小さな器具を使うべきである。たとえば、コンビチューブなどの食道閉鎖式エアウェイは、食道に器具を挿入するため、他の器具に比べ侵襲がより大きく、組織損傷をより高頻度を起こす危険性がある。そのため、全身麻酔中にはラリンジアルマスクなどの狭義の声門上エアウェイを使用すべきことになる。

4) 気道以外からの酸素化が必要か？

最後に、気道以外からの酸素化が必要かどうかを判断する。たとえば、う歯からの炎症から頸部の蜂窩織炎を発生すると、急速に頸部の腫脹を起こし、完全気道閉塞を起こすことがある（ルートヴィッヒ・アンジャイナ：ludwig's angina）。また、縦隔腫瘍が気管分岐部あるいはそれ以遠を圧迫している場合、気管チューブを挿入しても、それより遠位で完全気道閉塞を起こし、酸素化が不可能となることがある。これらの場合、緊急的に体外式膜型人工肺（Extracorporeal membrane oxygenation：ECMO）などの気道以外からの酸素化を図り、気管挿管や気管切開を施行する必要があるかどうかを判断する。

2. 手術室外での気道確保

気道確保は全身麻酔中のみならず、集中治療室や病

院の内外で急性気道閉塞時などの時に必要となる。これらの患者に対する適切な気道確保法自体は基本的に手術室内と同じであるが、手術室内外では状況に大きな違いがある³⁾。

手術室内での気道確保は、次のように理想的な環境において施行されている。

- 誤嚥の危険性は原則的に低い。
全身麻酔下で予定手術を受ける患者の場合、術前に絶飲食の処置がされており、胃内容物の誤嚥の危険性が低い。また、緊急手術を受ける人の場合でも、麻酔導入の延期や胃管の挿入など、胃内容物を減らす努力がなされる。さらに、食後すぐの超緊急手術の必要がある場合や腸閉塞のある場合でも、迅速導入で麻酔を導入し、輪状軟骨部を圧迫して誤嚥が起こらない対応をしている。
- 理想的な体位にしている。
全身麻酔の導入や気道確保をする場合には、患者を理想的な体位、すなわち仰臥位にしている。また、ベッドは適度の硬さがあり、理想的な高さに調節でき、理想的な硬さと高さのパッド（7～8 cm）に頭部を乗せ、気道確保に理想的な頭頸位であるスニッフing位にしやすくなっている。
- 気道確保を行う者は患者の頭側に立ち、介助者もベッド周囲に複数名確保できる。
手術室のベッド周囲には障害物がないため、気道確保をする者は患者の頭側に立つことが可能である。また、介助者もベッド周囲に位置して、気道確保の介助が可能である。さらに、血圧や心拍数、呼吸状態も確認でき、変動があった場合には直ちに処置することが可能である。
- 気道確保に必要な器具が揃っている。
気道確保をする前に、気道確保に必要な器具を準備する時間が十分あることが多い。また、これらの器具を並べる専用の台があり、気道確保時に必要な器具を直ちに用いることができるようになっている。また、酸素投与量などを調節することができる性能のよい人工呼吸器や気道内の痰、血液、あるいは吐物を直ちに吸引できる装置が整っている。
- 気道確保困難時の対処セットをすぐに用意できる。
気道確保が困難な場合には、スタイレット、ブジー、ビデオ喉頭鏡、気管支ファイバースコープな

どの使用が有用とされているが、これらの器具を速やかに準備することが可能である。

- 気道確保困難による緊急事態に協力を得られやすい。

手術室には多くの医療スタッフがいるため、マスク換気が困難という緊急事態において、気管切開や心肺停止時の対処をするうえで協力を得やすい環境になっている。

一方、手術室以外での救命時の気道確保は、次のような“不利”な状況下で行う必要となることが多い^{3,4)}。

- 誤嚥の危険性が高い。
手術室外で気道確保を必要とする人が絶飲食をしていることは稀で、また咳反射が鈍化あるいは消失していることが多いため、誤嚥の危険性が高い。
- 気道確保に理想的な体位でないことが多い。
病棟ではベッドや枕が柔らか過ぎるため、心肺停止時に胸骨圧迫が有効にできないことが知られている。同様に、頭頸部も安定していないことが多いため、気道確保が困難となりやすい。また、患者が狭い空間に倒れていると、仰臥位にして頭頸部をスニッフing位にするのが困難なことがある。さらに、不安定頸椎の可能性がある場合などでは、頭頸部を気道確保に理想的なスニッフing位にできない。
- 処置者が気道確保に理想的な位置に立てないことが多い。
集中治療室や病棟においては、ベッドの頭側に壁があり、処置者が迅速に患者の頭側に立てないことが多い。病院外の心肺蘇生時には、患者は多くの場合、地面に倒れた状態になっている。その場合、処置者はたとえばびざまずいた状態で喉頭展開により声門を確認し、チューブを気管に進める必要がある。また、患者が狭い空間や車などに閉じ込められていると、処置者は頭側に立つことができない。
- 胸骨圧迫中は気道確保が困難となる。
心肺停止状態の症例においては、“絶え間ない”胸骨圧迫が必要となるが、胸骨圧迫中は患者の頭頸部も反動で振動するため、気道確保は困難となる。
- 気道確保困難の状況になっている危険性が高い。
アナフィラキシーショックで喉頭浮腫が起こり気

道閉塞状態となっている場合、フェイスマスクあるいは声門上エアウェイを通した換気は困難あるいは不可能で、気管チューブの挿入も困難になる。口腔や咽頭の出血があれば、気管挿管時の喉頭鏡による声門確認が困難となる。また、フェイスマスクや声門上エアウェイを通した換気も不十分、あるいは不可能になる。

頭頸部の外傷などで開口が困難となった場合、気管挿管や声門上エアウェイの挿入が困難、あるいは不可能になる。また、喉頭や気管が切断された状態であれば、換気が不十分、あるいは不可能になる。

- 気道確保後も換気不能の危険性が高い。

溺水、大量の誤嚥、気管支重積発作により意識消失している場合、フェイスマスク、声門上エアウェイあるいは気管チューブを通した換気も不可能となる。

- 気道確保の確認が困難である。

気管挿管やマスク換気が可能であることは、呼気二酸化炭素波形の出現が最も確実な方法である。しかし、呼気二酸化炭素波形モニター（カプノメータ）が病棟や院外にないことが多い。また、心肺停止状態の人では、二酸化炭素の産生がない、呼気二酸化炭素濃度が上昇しない場合が多い。さらに、溺水や気管支重積発作により呼吸が停止している場合には、胸郭運動や胸部聴診で換気が確認できないことがある。

このように、手術室外での気道確保は不利な状況となっている。そのため、できるかぎり理想的な環境にして気道確保をするように努力すべきである^{3,4)}。そして、気道確保時の状況も判断したうえで、適切な気道確保器具を選択する。

手術室外においては、使用できる器具に関しても違いがある。たとえば、手術室外においてフェイスマスクを用いて陽圧換気を試みる場合、麻酔回路や人工呼吸器が使えないことが多い。酸素ボンベなどのガス供給源がある場合、フェイスマスクをメープルソン回路（いわゆるジャクソン・リース回路など）に接続して、流量膨張式バッグを用いて換気をする。もし酸素供給源がない場合、自己膨張式バッグ（バッグ・バルブ・マスク）を用いる必要がある。

心肺蘇生を受ける患者に対する気道確保器具の選択

も、手術室内および手術室外での心肺蘇生中以外の場合と違いがある。手術室外で心肺蘇生を受けるすべての人は誤嚥の危険性があると判断すべきである。そのため、フェイスマスクや声門上エアウェイの使用は禁忌で、理論的には気管挿管が最もよい適応となる。しかし、次の理由で気管挿管を避けるべき、と判断すべきとされることも多い。

- 気管挿管が困難な状況が多い。

手術室内の場合と違い、手術室外での心肺蘇生時はさまざまな困難な状況下であるため、気管挿管が困難あるいは不可能となる頻度が高い。

- 胸骨圧迫中断が必要となる。

胸骨圧迫時には喉頭展開が困難となるため、気管挿管操作中には胸骨圧迫を中断する必要がある。気管挿管を施行するのに要する時間は、フェイスマスクや声門上エアウェイに比べて長く、胸骨圧迫中断の“許容時間”を超えてしまうことが多い。そのため、気管挿管を避けるべきとの判断をすべきことが多い。

- 気管挿管の効能が不明である。

心肺蘇生中の患者への気管挿管により救命率が上がった、という証拠はない。逆に、気管挿管を施行した症例のほうが、しなかった症例に比べ、生存率が低かったという報告がされている⁵⁻⁷⁾。そのため、心肺蘇生時には気管挿管は原則的に適応とならない、と考える者もいる。

- 気づかれない食道誤挿入の危険性が高い。

欧米諸国での調査によると、院外での心肺蘇生中に気管挿管が行われた約5～10%の症例でチューブが誤って食道に挿入され、酸素化がされない状態で救急搬送されることが判明している。

これらのことから、心肺蘇生中に気管挿管を選択すべき症例は少なく、フェイスマスクあるいは声門上エアウェイ（とくに食道閉鎖式エアウェイ）を選択すべきことが多い。従来は、食道閉鎖式エアウェイの代表例としてコンビチューブが使用されていた。2002年にラリンジアルチューブの認可が下りて以降ラリンジアルチューブは急速に普及し、現在、日本では最も使用頻度の高い声門上エアウェイとなっている。

心肺蘇生中に気管チューブを選択する場合、気管挿管操作による胸骨圧迫中断時間は最短にすべきである。そのため、1回もしくは最高2回の挿管操作で気管挿

管ができなかった場合には、気管挿管を断念すべきである。そして直ちに胸骨圧迫を再開し、バッグ・バルブ・マスク換気あるいは声門上エアウェイを通して換気を再開し、救急救命センター医、麻酔科医などに気管挿管を依頼すべきである。

Ⅳ. マスク換気不可、気管挿管不可の状況での器具選択

全身麻酔の導入後に気管挿管およびマスク換気が不可能となる状況、すなわち、“換気不可、挿管不可” (“cannot ventilate, cannot intubate : CVCI”あるいは“cannot intubate, cannot oxygenate : CICO”)の状況になる場合がある。また、病棟や集中治療室においてもさまざまな理由でマスク換気ができず、気管挿管もできない場合がある。そのような緊急事態における適切な対処法として、さまざまな学会がガイドラインを発行している^{8~10)}。

ガイドラインによると、“換気不可、挿管不可”になった場合には、ラリンジアルマスクなどの狭義の声門上エアウェイの選択をすべき、と推奨している。その根拠として、“換気不可、挿管不可”になった症例において、ラリンジアルマスクあるいはその他の声門上エアウェイの挿入により換気が可能となったという事例が何例も報告されたためである。また声門上エアウェイのいくつかは、挿入の後、それを通して気管挿管が可能である。

声門上エアウェイを挿入しても換気が不可能な場合には、“最終手段”として、観血的気管挿管をすべき、としている。緊急時の観血的気管挿管法のうち、静脈留置カニューラを用いた経皮輪状甲状間膜穿刺は、換気に成功する率が低いため、現在では経皮輪状甲状間膜部の切開、あるいは外科的気管切開を選択が推奨されている^{9,11)}。

Ⅴ. 結 語

さまざまある気道確保器具のどれを選択するかは、各器具の利点と欠点を把握したうえで、各症例の状態

に合わせて選択する必要がある。また患者が置かれた状況、たとえば手術室内、集中治療室や病院の内外により、適切となる気道確保器具の選択に違いがある。そのため、各症例の状態および状況に各状況に合わせて、適切な気道確保器具を選択する必要がある。

COIに関し、著者はアトムス社から100万円超の印税収入がある。

参考文献

- 1) 浅井 隆：呼吸管理のデバイス. 気道確保器具①. 人工呼吸. 2019 ; 36 : 158-64.
- 2) 浅井 隆：大気道確保法の利点と欠点. Dr. あさいのみんなの気道確保第1巻. マスク換気・気管挿管の基礎をマスターしよう！. 東京, 中外医学社, 2016, pp.52-5.
- 3) Asai T : Airway management inside and outside operating rooms-circumstances are quite different. Br J Anaesth. 2018 ; 120 : 207-9.
- 4) Higgs A, McGrath BA, Goddard C, et al : Guidelines for the management of tracheal intubation in critically ill adult. Br J Anaesth. 2018 ; 120 : 323-52.
- 5) Andersen LW, Raymond TT, Berg RA, et al : Association between tracheal intubation during pediatric in-hospital cardiac arrest and survival. JAMA. 2016 ; 316 : 1786-97.
- 6) Andersen LW, Granfeldt A, Callaway CW, et al : Association between tracheal intubation during adult in-hospital cardiac arrest and survival. JAMA. 2017 ; 317 : 494-506.
- 7) Jeong S, Ahn KO, Shin SD : The role of prehospital advanced airway management on outcomes for out-of-hospital cardiac arrest patients : a meta-analysis. Am J Emerg Med. 2016 ; 34 : 2101-6.
- 8) Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, et al : 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.
- 9) Frerck C, Mitchell VS, McNarry AF, et al : Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. Br J Anaesth. 2015 ; 115 : 827-48.
- 10) Japanese Society of Anesthesiologists : JSA airway management guideline 2014 : to improve the safety of induction of anesthesia. J Anesth. 2014 ; 28 : 482-93.
- 11) Asai T : Surgical cricothyrotomy, rather than percutaneous cricothyrotomy, in “cannot intubate, cannot oxygenate” situation. Anesthesiology. 2016 ; 125 : 269-71.