咽頭内高頻度ジェット換気(咽頭内HFJV)による 気道確保困難症例における緊急気道確保時の酸素化法

伊波 寛* 渡慶次さやか* 林 美鈴*
真玉橋由衣子* 奥野栄太* 中原 巖*

[要旨] Cannot intubate, cannot ventilate(CICV)症例の緊急気道確保は気道確保までの酸素化の優劣で患者の予後が左右される。口腔内や頸部の腫脹による上気道閉塞は、ラリンジアルマスクやエアウェイスコープ®は使用できず、輪状甲状膜穿刺・切開(CTT)や気管支ファイバー挿管(BF)も困難となる。このような患者の気道確保までの酸素化に、吹き出し口を咽頭に留置した高頻度ジェット換気(咽頭内HFJV)が有用であった症例を経験した。BFやCTTによる気道確保までの間、経鼻、経口的に咽頭まで挿入した吸引チューブを通してHFJVを行うことにより有効な酸素化が得られた。合併症として腹部膨満や気胸等の圧損傷が考えられ、吸引チューブの位置やHFJVの設定に注意する必要がある。また、日頃から緊急時に備えHFJVを準備し、操作に習熟することが重要である。

キーワード：高頻度ジェット換気(HFJV)、緊急酸素化法、緊急気道確保、気道確保困難対策(DAM)、挿管不可能・換気不可能(CICV)

はじめに

Cannot intubate, cannot ventilate(CICV)は, difficult airway management(DAM)でも最も重症であり, 種々の手技が考案, 検討されている。緊急の外科的手技が必要なCICV症例の気道確保では, 気道確保までの酸素化の優劣で患者の予後が左右される。われわれは, 口腔内から頸部に及ぶ腫脹による上気道閉塞で低酸素血症に陥り, ラリンジアルマスク(LMA)やエアウェイスコープ®(AWS)の使用が不可能で, 輪状甲状膜穿刺・切開(CTT)や気管支ファイバー(BF)も困難な症例に対し, 気道確保までの間, 吹き出し口を咽頭に留置した高頻度ジェット

換気(咽頭内HFJV [high frequency jet ventilation])により有効な酸素化を得た。この咽頭内HFJVによる緊急酸素化法を, 症例を提示し紹介する。

I 症 例

<症例1>

49歳, 男性, 身長159cm, 体重79kg。急速な口腔内, 頸部の腫脹による上気道閉塞より呼吸困難に陥り, 緊急気管切開が予定された悪性リンパ腫疑いの症例。口腔内の腫脹によりLMAやAWSは使用不可能であり, 頸部の腫脹も強く, 輪状・甲状軟骨の触知はできずCTTも困難が予想された。また, 腫脹が腫瘍実質なのか単純な浮腫なのか不明であ

*那覇市立病院集中治療科, 麻酔科

受理日 2011. 3. 10.
採択日 2011. 10. 16.

著者連絡先 伊波 寛
〒902-8511 沖縄県那覇市古島2-31-1
那覇市立病院集中治療科, 麻酔科

図1 症例1の咽頭内HFJV時のSpO₂経過表

り、血管豊富な腫瘍実質であれば、気道確保ができないまま出血多量となる危険性を否定できなかった。呼吸困難感と挿管操作の苦痛軽減のためフェンタニルとプロポフォールで鎮静し、意識下経鼻BF挿管後に気管切開を行うことにした。耳鼻科外来診察時は、片側鼻腔が開通していたが、鎮静開始時には鼻腔は両側とも10Frの吸引チューブ(トップ社製)が挿入できないほど閉塞していたため、経口BF挿管に変更した。BFにより声門は確認できるが、BF(オリンパス社製、2.9mm)の径が細く、口腔・咽頭内腫脹により屈曲が強度なため、気管チューブの誘導は困難であった。狭窄症状はさらに悪化し、開始時に可能であったマスク換気は困難となり酸素化が悪化(SpO₂<60%)したため、経口的に12Frの吸引チューブを咽頭口部まで挿入し、チューブを介してHFJV(泉工医科工業社製高頻度ジェットベンチレーターJP-1(以下、JP-1)、FiO₂=1.0、駆動圧:1kgf/cm²、換気回数:1.6Hz、I:E=1:2)を行った。咽頭内HFJVにより挿管までの約30分間、酸素化は良好に維持できた(図1)。気管切開後のMRI検査では腫脹は頸部、口腔内、鼻腔内から咽頭全般に及んでいた(図2)。

<症例2>

54歳、男性、身長164cm、体重71kg。唾石摘出術後の出血により血腫が口腔内から頸部に広がり上

図2 症例1の気管切開後のMRI検査

腫脹は頸部、口腔内、鼻腔内から咽頭全般に及んでいた。

気道閉塞となった症例。止血術が予定されたが、症例1と同様に頸部の腫脹が強く、輪状・甲状軟骨の触知ができない点と気道確保ができないまま出血多量となる危険性があるため、気管挿管による気道確保後に気管切開、止血術を行うこととした。口腔内も腫脹して通常の経口挿管も不可能なため、フェンタニルとプロポフォールで鎮静して意識下経鼻BF挿管を予定した。手術室入室時、呼吸困難が強く仰臥位になれず、マスク換気も困難な状態であった。

図3 症例2の咽頭内HFJV時のSpO₂経過表

鎮静により呼吸苦を軽減し、座位のまま一方の鼻腔から12Frの吸引チューブを咽頭口部まで挿入してHFJV($\text{FiO}_2 = 1.0$, 駆動圧: 1 kgf/cm^2 , 換気回数: 1.6 Hz , $I:E = 1:2$)による酸素化を行い, 他の鼻腔からBFにより気管挿管を行って仰臥位とした。その後, 気管切開を行い止血術を無事終了した。入室から気管挿管までの約30分間, HFJVにより酸素化は良好に維持できた(図3)。

<症例3>

58歳, 女性, 身長158cm, 50kg. 再発性甲状腺癌の気管内浸潤により気管閉塞をきたし呼吸困難となった症例(図4)。局所麻酔下に経鼻カニューレから酸素7L/minを投与して気管切開が開始された。しかし, 開始直後よりSpO₂が低下し呼吸困難が増強したために患者は不穏となり, 手術続行困難となったために麻酔科がコールされた。ただちに覆布の下より8Fr吸引チューブを経鼻的に咽頭に挿入してHFJV($\text{FiO}_2 = 1.0$, 駆動圧: 1 kgf/cm^2 , 換気回数: 1.6 Hz , $I:E = 1:2$)を行った。鎮静は行わなかったが, HFJVによりSpO₂が回復するとともに(図5), 患者は落ち着きを取り戻し, 気管切開を無事に終了することができた。

II 考 察

口腔内や頸部の腫脹による上気道閉塞では,

図4 症例3の気管CT

再発性甲状腺癌の気管内浸潤により気管がほとんど閉塞している。

LMAやAWS等の器具使用が不可能で, CTTなどの外科的手技が必要となるCICVの状態となる¹⁾。このような症例で, 緊急に気道確保が必要な場合には, 気道確保までの間の酸素化が重要であり, 酸素化を維持する努力が必要である。しかし, 急ぐあまりに気道損傷から換気不能となることを避けねばならない²⁾。われわれは, CICVで緊急気道確保が必要な患者の気道確保までの間, 咽頭内HFJVにより良好な酸素化を得ている。

図5 症例3の咽頭内HFJV時のSpO₂経過表

HFJVは気管形成や喉頭微細手術など、気道を開放するような手術の換気法に用いられる。緊急時のHFJVとして、米国麻酔科学会(ASA)のDAMガイドラインの中でCTTの穿刺チューブを介して行う経気管的ジェット換気(TTJV)として述べられているが、咽頭内HFJVはCTT後ではなく気道確保までの緊急的な酸素化法である。

症例1と2は、口腔内、頸部から咽頭に及ぶ腫脹による上気道閉塞で呼吸困難が急速に進行し、緊急に気道確保が必要な状態である。口腔内の腫脹が強いため、LMAやAWS使用が不可能でありCTTや緊急気管切開が考えられた。しかし、頸部の腫脹により輪状・甲状軟骨の同定が困難であり、気道確保ができないまま出血によりさらに気道閉塞を悪化させる危険性があるためBFによる気管挿管後に気管切開を行うこととした。咽頭内HFJVと軽い鎮静により気道確保までの間、有効な酸素化が行えた。症例3は、局麻下に気管切開を開始した後の麻酔科へのコンサルトであり、患者はSpO₂低下に加え手術操作などにより呼吸困難が増強しパニック状態であった。気管狭窄は強度であったが、経鼻的に挿入した吸引チューブを介した咽頭内HFJVにより酸素化は改善し、患者は落ち着きを取り戻して手術を終了することができた。いずれの症例も高度な気道狭窄にもかかわらず、気道確保までの間、咽頭内HFJV

にて良好な酸素化が保てた。われわれは、ほかにも同様な症例を経験しており^{3), 4)}、咽頭内HFJVがCICV患者の緊急気道確保時の酸素化に有効だと考えている。

咽頭内HFJVが上気道閉塞時の酸素化に有効な詳細な機序は不明であるが、気道抵抗の減少と内因性PEEPの軽減の2つが考えられる。上気道の狭窄、閉塞により気道抵抗は高いことが予想される。気道抵抗は(肺胞内圧－開口部圧)/気流速度で示される⁵⁾が、HFJVの特徴であるベンチュリー効果による流量の増加とPEEP効果は、開口部圧と気流速度を上昇させ、気道抵抗を減少させる作用があると考えられる。また、気道狭窄により呼吸障害を同時にきたし、内因性PEEPを生じる状態となっていることも予想される。HFJVのPEEP効果により狭窄部口側の圧を上昇させることにより、狭窄部前後の圧差を減少させ呼吸仕事量の軽減とともに、換気がスムーズになり酸素化も改善するのではないだろうか。

さらに便利な点として、気管挿管に手間取るときやBFによる挿管時にマスク換気中断が長引く場合に、吸引チューブを咽頭内に留置するだけの簡単な操作で十分な酸素化が得られ、かつBFや挿管等の操作の邪魔にならないことがあげられる。

<設定条件>

咽頭内に挿入したチューブを介して行うHFJVの

図6 気道解剖図

報告は少なく、最適な設定条件は不明である。有馬らは、頸椎固定術後の頸部伸展障害患者へのダブルルーメンチューブ挿管において、咽頭内HFJVとBFを用いた気管挿管を報告している⁶⁾。経鼻的に10Frの吸引チューブを披裂部付近に挿入し、駆動圧2kgf/cm²、換気回数1Hz、I:E=1:1(泉工医科工業社製AS-25)で、良好な結果を得ている。

われわれは、患者の体格により挿入する吸引チューブを8~12Frから選択し、FiO₂=1.0、駆動圧:1~2kgf/cm²、換気回数:1.6~3Hz、I:E=1:2(JP-1)で咽頭内HFJVを行い酸素化は良好である。新生児でも同様な設定で、18G静脈内留置針の外筒を通して経口的にHFJVを行い良好な酸素化を得た⁴⁾。しかし、適切な設定についてはさらなる検討が必要であろう。

<合併症とその予防>

従来のHFJVの合併症として咽頭や喉頭、食道の裂傷、気胸や縦隔気腫、気腹や胃破裂などの圧外傷があり^{7), 8)}、咽頭内HFJVでも同様な危険性がある。

予防として、①吸引チューブの先端の位置: 気管内HFJVでチューブが気管内から食道に抜けること

や経鼻的酸素投与中にカテーテルが食道に入り込むことによる胃破裂の報告があり^{8), 9)}、食道へ迷入しないように咽頭口部・鼻部が適正な位置と考えている(図6)。胸・腹部の聴診は、食道内HFJVの発見に有用であり⁸⁾、チューブの挿入長のマーキング(12~14cm)も過進入防止に必要である⁹⁾。②駆動圧: 駆動圧を高くすると1回換気量、PEEP効果が増加し酸素化は良くなるが¹⁰⁾、圧損傷の頻度は高くなるため、酸素化が保てる最低圧を心掛ける^{7), 8)}。③呼吸時間: 呼吸時間の短縮は呼出障害を招き、圧損傷の原因となるので呼吸時間を十分に取る必要がある^{7), 8)}。われわれはI:E=1:2としている。④換気回数: 換気回数の増加も呼出障害につながるため¹⁰⁾多くはしない。⑤: ①~④を行うには、日頃からHFJVに慣れることも重要と考える。

<準備>

CICV患者の緊急気道確保が必要な場合は一刻を争う状況であり、その場でセットしたのでは間に合わない。HFJVがすぐに行えるように常に準備しておく必要がある。われわれは緊急挿管セット(AWS, LMA, ビデオ喉頭鏡, ミニトラックなどをセット)、BF一式とともにHFJVをすぐに行えるように準備している。また、夜間などスタッフの少ないときの緊急時にも慌てることのないよう、麻酔科スタッフはもとより、手術室ナース、ICUナース全員に設置場所および使用法を周知させるようにしている。

緊急時にパイピング、電源をつなぎ、吸引チューブを接続してスタートボタンを押せばただちにHFJVが行えるようにジェットベンチレーターをセットしておくことは重要である。酸素濃度100%、駆動圧1kgf/cm²になるように事前に設定する。周波数3Hz、吸気時間33%、高圧アラーム30hPa、低圧アラーム5hPaはJP-1の起動時設定値である。ジェットチューブをジェット噴出口に接続しておくが、使用時に迷うことのないように、気道内圧チューブは接続しないようにする。使用時には低圧アラームが鳴りつばなしとなるため、OFFにする。

結 語

咽頭内HFJVによるCICV症例の緊急気道確保時の酸素化法を紹介した。咽頭内に留置した吸引チューブを介したHFJVは緊急気道確保時の酸素化法として非常に有用である。合併症として腹部膨満や気胸等の圧損傷が考えられ、施行中や施行後は合併症に注意する必要がある。

また、ジェットベンチレーターの操作に習熟するとともに、日頃から緊急時にただちにHFJVが施行できるように準備しておくことも重要であろう。

参考文献

- 1) 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* 98 : 1269-1277, 2003
- 2) 中川雅史 : Difficult Airway Management (DAM) スタンダード. *日臨麻会誌* 29 : 780-787, 2009
- 3) 島尻隆夫, 平良豊, 濱田哲ほか : 巨大顔面奇形腫合併新生児の気道確保. *臨麻* 21 : 247-248, 1997
- 4) 奥野栄太, 渡慶次さやか, 福地綾乃ほか : 気管切開術の麻酔導入において挿管困難となり, ラリンジアルマスクで気道を確保した生後86日女児の麻酔経験. *那覇市立病院医学雑誌* 1 : 44-46, 2010
- 5) 新田憲市, 高木誠, 岡元和文ほか : PEEP設定を中心とした呼吸換気力学. *人工呼吸* 26 : 29-35, 2009
- 6) 有馬一, 中野淳子, 八田誠ほか : 咽頭内高頻度ジェット換気法と気管支ファイバーを用いた気管挿管の1例. *臨麻* 23 : 1041-1042, 1999
- 7) 内野哲哉 : 緊急(CICV時)の外科的気道確保—麻酔科医の立場から—. *日臨麻会誌* 30 : 593-602, 2010
- 8) Gilbert TB : Gastric rupture after inadvertent esophageal intubation with a jet ventilation catheter. *Anesthesiology* 88 : 537-538, 1998
- 9) Van Daele G, Joris L, Eyskens E, et al. : Hazards of nasopharyngeal oxygen therapy : a case of iatrogenic stomach rupture. *Acta Chir Belg* 87 : 291-293, 1987
- 10) 鈴木朗子, 木村尚正, 木村太ほか : 高頻度ジェット換気における駆動圧, 吸気時間および吸入酸素濃度が動脈血ガス分析値に与える影響. *日臨麻会誌* 25 : 652-656, 2005

Oxygenation with Pharyngeal High Frequency Jet Ventilation (Pharyngeal HFJV) for Emergency Airway Management of the Difficult Airway Cases

Hiroshi IHA, Sayaka TOKESHI, Misuzu HAYASHI,
Yuiko MADANBASHI, Eita OKUNO, Iwao NAKAHARA

Division of Anesthesia, Naha City Hospital

The prognosis of cannot intubate, cannot ventilate (CICV) cases depends on whether oxygenation in emergency airway management is successful or not. A laryngeal mask or Airway Scope® cannot be used for obstruction of the upper airway by swelling of the oral cavity and the cervical region, and cricothyroid membrane puncture/cricothyrotomy (CTT) and bronchofiberscope (BF) insertion are also difficult. High frequency jet ventilation through a suction catheter placed in the pharyngeal cavity (pharyngeal HFJV) is useful for oxygenation until the airway is secured in such patients. Effective oxygenation can be obtained employing pharyngeal HFJV applied through an aspiration tube inserted into the pharynx nasally or orally until the airway is secured by BF or CTT. Barotraumas, such as abdominal distention and pneumothorax, are considered to be complications, for which the position of the aspiration tube and setting of HFJV should be carefully established. It is important to always have HFJV available for emergency airway management.

Key Words : High frequency jet ventilation (HFJV), Emergency oxygenation, Emergency airway management, Difficult airway management (DAM), Cannot intubate, cannot ventilate (CICV)

The Journal of Japan Society for Clinical Anesthesia Vol.32 No.2, 2012