

## ●呼吸管理の工夫●

## 気道確保困難症例の酸素化における 咽頭内高頻度ジェット換気（咽頭内 HFJV）の効果

伊波 寛<sup>1)</sup>・小池奈央<sup>2)</sup>・町田紀昭<sup>2)</sup>・波照間友基<sup>2)</sup>・富山 洋<sup>2)</sup>・宮田裕史<sup>2)</sup>

キーワード：上気道閉塞，困難気道管理，咽頭内高頻度ジェット換気，緊急酸素化

### 要 旨

困難気道症例の気道確保は、気道確保までの酸素化の良否で患者の予後が左右される。困難気道症例の気道確保中の酸素化に、吹き出し口を咽頭に留置した高頻度ジェット換気（high frequency jet ventilation : HFJV）が有効であることを報告してきた。今回、我々が行った咽頭内 HFJV 症例 19 例について、その効果と安全性について後ろ向きに検討した。経鼻、経口的に咽頭まで挿入した吸引チューブを介した HFJV（駆動圧；1～2kgf/cm<sup>2</sup>、呼吸回数；1～3Hz、FiO<sub>2</sub>=1.0、I/E=1/2）により 16 例は有効な酸素化が得られた。

### I. はじめに

困難気道症例の緊急気道確保は、気道確保までの酸素化の良否で患者の予後が左右される。我々は、種々の原因による上気道閉塞で低酸素血症に陥り、開口障害や口腔内腫瘍により声門上エアウェイ（supraglottic airway : SGA）やビデオ喉頭鏡（videolaringscope : VLS）の使用が困難で、前頸部腫脹患者の輪状甲状膜穿刺・切開（cricothyrotomy : CTT）や気管支ファイバー挿管（bronchofiberoptic intubation : BF）に時間を要する症例に対し、気道確保までの間の酸素化に、吹き出し口を咽頭に留置した高頻度ジェット換気（high frequency jet ventilation : HFJV）が有効であることを報告してきた<sup>1-3)</sup>。今回、これまでにを行った咽頭内 HFJV 症例について、その効果と安全性について後ろ向きに検討した。

### II. 方 法

2008年7月から2015年12月までに、我々が当院（那

1) 元 那覇市立病院 麻酔科・集中治療科  
現 中部徳洲会病院 集中治療部

2) 那覇市立病院 麻酔科・集中治療科

[受付日：2015年12月21日 採択日：2017年10月30日]

覇市立病院)で侵襲的な気道確保が必要な患者や予想される患者において行った咽頭内 HFJV 症例 19 例について、患者背景、上気道閉塞の原因、施行場所、施行時間などを調査した。なお、危機的な低酸素状態なく気道確保できた症例を有効とした。

#### 1. 咽頭内 HFJV の施行

吸引チューブ（8～14Fr）を経鼻、または経口的に咽頭口部・鼻部に挿入し（Fig.1）、ジェットベンチレーター（JV；JP-1、泉工医科工業、日本）本体からのジェットチューブと接続する。吸引チューブは、患者

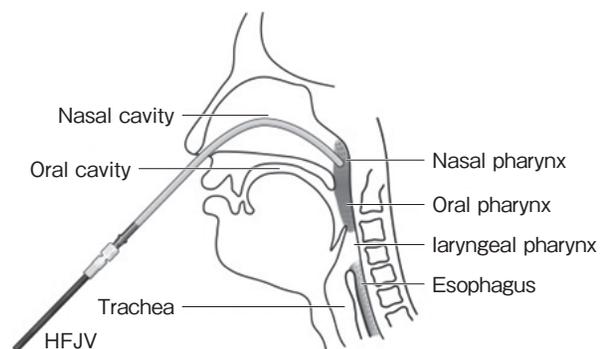


Fig.1 Schema of upperairway : ideal position of the end of suction catheter

Table 1 Description of oxygenation for the difficult airway cases by IP-HFJV

| Case | Sex | Age (yr) | BMI (kg/m <sup>2</sup> ) | Patient characteristics    | Action taken | Duration (min) | Successful oxygenation | Place | Emergency | Sedation |
|------|-----|----------|--------------------------|----------------------------|--------------|----------------|------------------------|-------|-----------|----------|
| 1    | M   | 49       | 31                       | neck tumor (ML)            | FB           | 27             | Y                      | OR    | Y         | Y        |
| 2    | M   | 55       | 27                       | postoperative hematoma     | FB           | 32             | Y                      | OR    | Y         | Y        |
| 3    | F   | 0.24     | 14                       | cong. tracheal stenosis    | LMA          | 93             | Y                      | OR    | N         | Y        |
| 4    | F   | 58       | 20                       | recurrent thyroid cancer   | TT           | 30             | Y                      | OR    | Y         | N        |
| 5    | M   | 54       | 23                       | postop. airway obstruction | DL           | 15             | Y                      | ICU   | Y         | Y        |
| 6    | F   | 73       | 19                       | neck tumor (ATL)           | FB           | 31             | Y                      | ICU   | Y         | Y        |
| 7    | M   | 54       | 29                       | vocal cord paralysis       | FB           | 12             | Y                      | OR    | N         | Y        |
| 8    | M   | 64       | 21                       | acute epiglottitis         | FB           | 16             | Y                      | OR    | N         | Y        |
| 9    | M   | 56       | 28                       | acute epiglottitis         | FB           | 15             | Y                      | OR    | N         | Y        |
| 10   | M   | 0.43     | 13                       | retropharyngeal absces     | VL           | 40             | Y                      | OR    | N         | Y        |
| 11   | M   | 75       | 22                       | pharyngeal cancer          | TT           | 27             | Y                      | OR    | Y         | Y        |
| 12   | M   | 62       | 22                       | laryngeal foreign body     | TT           | 27             | Y                      | OR    | Y         | Y        |
| 13   | F   | 52       | 29                       | thyroid tumor              | FB           | 26             | Y                      | OR    | N         | Y        |
| 14   | M   | 50       | 23                       | postop. pharyngeal edema   | FB           | 12             | Y                      | ICU   | Y         | Y        |
| 15   | F   | 86       | NR                       | unconsciousness            | FB           | 60             | Y                      | ER    | Y         | N        |
| 16   | M   | 44       | 30                       | mandibulr ankylosis        | FB           | 17             | Y                      | OR    | N         | Y        |
| 17   | M   | 74       | 25                       | mediastinitis              | DL           | NR             | N                      | ICU   | N         | Y        |
| 18   | M   | 67       | 21                       | laryngeal cancer           | TT           | NR             | N                      | OR    | N         | Y        |
| 19   | M   | 44       | 32                       | postop. pharyngeal edema   | CTT          | NR             | N                      | ICU   | Y         | Y        |

IP-HFJV : intrapharyngeal high frequency jet ventilation, M : male, F : female, NR : not recorded, BMI : body mass index, ML : malinant lymphoma, ATL : adult T-cii leukemia, FB : flexible bronchoscope, LMA : laryngeal mask airway, DL : direct laryngoscope, VL : video laryngoscope, TT : tracheostomy, CTT : cricothyroidotomy, OR : operation room, ICU : intensive care unit, ER : emergency room, Y : yes, N : no

の体格により調節する。

## 2. 換気条件

FiO<sub>2</sub> = 1.0、駆動圧 1kgf/cm<sup>2</sup>、換気回数 1.6Hz、I/E = 1/2 として、換気を開始する。酸素化 (SpO<sub>2</sub>)、換気状態 (胸郭の動き) により、駆動圧 (~ 2kgf/cm<sup>2</sup>)、換気回数 (~ 3Hz) を調節する。

## Ⅲ. 結 果 (Table 1)

酸素化有効が 16 例、無効が 3 例であり、男女比は 14 : 5 と男性に多く、平均年齢は 54 歳 (88 日 ~ 86 歳)、平均 BMI は 24 (3 ~ 32) kg/m<sup>2</sup>、上気道閉塞の原因としては、腫瘍 6 例 (32%)、術後血腫・浮腫 4 例 (21%)、炎症・膿瘍 4 例 (21%)、異物 1 例 (5%)、その他 4 例 (21%) であった。施行場所は手術室が 13 例、ICU が 5 例、救急室が 1 例であり、緊急症例は 10 例 (53%) であった。咽頭内 HFJV の平均使用時間は有効例で 30 (12 ~ 93) 分、鎮静薬は 2 剤併用が多く、フェンタニルとプロポフォールが多く使用され、無鎮静は 2 例で

あった。気胸、縦隔気腫、鼻腔損傷など考えられる合併症はなかった。有効例の SpO<sub>2</sub> 経過を Fig.2 に示す。咽頭内 HFJV 開始前に SpO<sub>2</sub> が低値の症例は速やかに改善し (症例 1、3、5、15)、その他の症例も気道確保まで酸素化を良好に維持できた。気管操作などで一時的に低下しても操作を止めると直ぐに回復した。無効例 (症例 17、18、19) では低酸素状態は改善せず、それぞれ緊急気管挿管、CTT、緊急気管切開が行われた。

## Ⅳ. 考 察

本来 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に用いられる換気法であるが、咽頭内 HFJV は、吸引チューブ (吹き出し口) を咽頭内に留置して、気管挿管に手間取る時や BF 時のマスク換気中断が長引く場合に、気道確保までの酸素化維持を目的に行う方法である。緊急時に CTT の穿刺チューブを介して行う経気管的ジェット換気<sup>4)</sup>とも違い、気道確保までの緊急的な酸素化が目的である。

困難気道症例の緊急気道確保時に SGA や VLS など

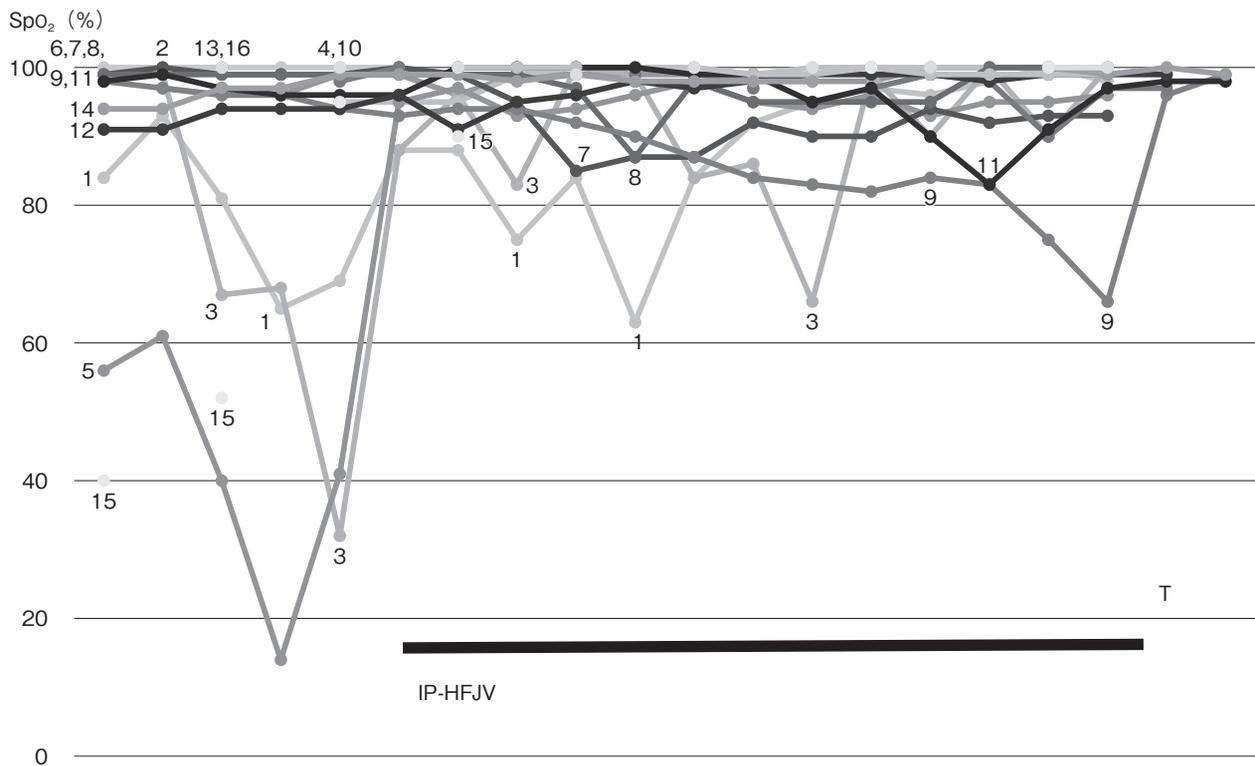


Fig.2 SpO<sub>2</sub> during IP-HFJV (Successful cases)

IP-HFJV : intrapharyngeal HFJV, T : securing of the airway, 1 ~ 16 : case 1 ~ 16

の器具使用が不可能な場合、BFによる気道確保やCTTや気管切開などの外科的手技が必要となる<sup>4)</sup>。このような症例は、気道確保までの酸素化の良否で患者の予後が左右される。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<sup>5)</sup>。気道確保まで酸素化が確保されていれば、気道確保操作を落ち着いて確実にできる。咽頭内HFJVを行った19例中16例は、低酸素に陥ることなく平均使用時30分間(最長93分間)、気道確保に至るまで良好な酸素化が得られた(Fig.2)。

緊急時の酸素化法に高流量送気換気法<sup>6)</sup>がある。同法と咽頭内HFJVとの比較はないが、我々は経鼻カニューレから酸素7L/minを投与しても酸素化が悪く呼吸困難感が強い症例で、咽頭内HFJVは酸素化を良好に維持でき、呼吸困難感も消失した症例を報告している<sup>1)</sup>。定常流が無効の症例では試してみる価値があると考えられる。

咽頭内HFJVの酸素化改善の機序として、Buczowskiらの気管狭窄モデルにおける研究<sup>7)</sup>がある。狭窄上部から行うHFJVでは、一部のガスは直接的に狭窄を通過し、通過できないガスが狭窄上部の圧を上昇させる。

この圧の上昇が二次的ジェットの出発点となり、ガスの巻き込み量を増やして分時換気量を増加させている。

一方、咽頭内HFJV無効例が3例あった。1例目は74歳の男性、縦隔炎で長期気管挿管の症例。カフリーク確認後に抜管を行ったが、気道閉塞状態でSpO<sub>2</sub>が低下し咽頭内HFJVを行うも酸素化は改善せず緊急再挿管となった。長期気管挿管で生じた肉芽が吸気の陰圧により気道に落ち込み、ほぼ完全に気道閉塞を来したと考えられた。2例目は44歳の男性、頸椎前方固定術後の咽頭浮腫による抜管後の気道閉塞症例。挿管困難のためSpO<sub>2</sub>はさらに低下し、咽頭内HFJVを行ったが酸素化改善せず緊急CTTとなった。3例目は67歳の男性、喉頭癌による上気道狭窄のために気管挿管後に気管切開を予定した症例。フェンタニル、チアミラルールで入眠後にマスク換気が可能であったため、担当麻酔科医は筋弛緩後もマスク換気可能と判断しスキサメトニウムを投与した。しかし、自発呼吸停止直後より換気困難となり、気管挿管も困難でSpO<sub>2</sub>は低下した。咽頭内HFJVを行うも酸素化は改善せず、SpO<sub>2</sub>低下のまま緊急気管切開を行った。自発呼吸が消失した

ために、完全気道閉塞を来したと考えられた。咽頭内 HFJV を有効かつ安全に行うためには、患者の気道の開存は重要である<sup>8)</sup>。

### 1. 設定条件

我々は、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、FiO<sub>2</sub>=1.0、駆動圧：1～2kgf/cm<sup>2</sup>、呼吸回数：1.6～3Hz、I/E=1/2 で咽頭内 HFJV を行い良好な酸素化を得た。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<sup>3)</sup>。しかし、狭窄の程度により HFJV の効果に差がある<sup>7)</sup>。

### 2. 合併症とその予防

HFJV は本来開放された気道における換気法であり、上気道閉塞のような呼吸障害のある場合には注意を要する<sup>9)</sup>。今回、咽頭内 HFJV による合併症は認められなかったが、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<sup>10)</sup>が考えられる。

予防として、①吸引チューブの先端を咽頭口部・鼻部に確実に固定する (Fig.1)。吸引チューブの食道への迷入予防と発見に、胸・腹部の聴診は有用であり<sup>11)</sup>、チューブの過進入防止にマーキング (12～14cm) も役立つ<sup>12)</sup>。②高い駆動圧は圧損傷の頻度を高くするため、酸素化が保てる最低圧を心掛ける<sup>10)</sup>。③呼出障害を悪化させないように呼吸時間を長く取り、換気回数を抑えるようにする<sup>10)</sup>。

### 3. 準備

困難気道症例の緊急気道確保が必要な場合は一刻を争う状況であり、HFJV が直ぐに行えるように常に準備しておく。パイピングと電源を繋ぎ、吸引チューブを接続してスタートボタンを押せば直ちに HFJV が行えるように JV をセットしておく。

## V. 結 語

困難気道症例の気道確保中の酸素化に、経鼻、経口的に咽頭まで挿入した吸引チューブを通して行う咽頭

内 HFJV を行った 19 症例について、その効果と安全性について後ろ向きに検討した。16 例は安全に有効な酸素化が得られ、3 例は無効であった。

本稿の要旨は、第 37 回日本呼吸療法医学会学術集会 (2015 年、京都) において発表した。

本稿の全ての著者には規定された COI はない。

### 参考文献

- 1) 伊波 寛, 渡慶次さやか, 林 美鈴ほか: 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. 日臨麻会誌. 2012; 32: 252-8.
- 2) 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. 2010; 1: 44-6.
- 3) 鳥尻隆夫, 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. 臨床麻酔. 1997; 21: 247-8.
- 4) 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.
- 5) 中川雅史: Difficult Airway Management (DAM) スタンダード. 日臨麻会誌. 2009; 29: 780-7.
- 6) 野村岳志, 二階哲朗: Difficult Airway Management. 気道管理スキルアップ講座. 中川雅史, 上農喜朗編. 東京, 克誠堂出版, 2010, pp103.
- 7) Buczkowski PW, Fombon FN, Lin ES, et al: Air entrainment during high-frequency jet ventilation in a model of upper tracheal stenosis. Br J Anaesth. 2007; 99: 891-7.
- 8) Li Q, Xie P, Zha B, et al: Supraglottic jet oxygenation and ventilation saved a patient with 'cannot intubate and cannot ventilate' emergency difficult airway. J Anesth. 2017; 31: 144-7.
- 9) 荻平 哲: 狭窄気道へのアプローチ. 日臨麻会誌. 2010; 30: 727-34.
- 10) 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. 2010; 30: 593-602.
- 11) Gilbert TB: Gastric rupture after inadvertent esophageal intubation with a jet ventilation catheter. Anesthesiology. 1998; 88: 537-8.
- 12) Van Daele G, Joris L, Eyskens E, et al: Hazards of nasopharyngeal oxygen therapy: a case of iatrogenic stomach rupture. Acta Chir Belg. 1987; 87: 291-3.

## Efficacy of intrapharyngeal high frequency jet ventilation (IP- HFJV) for oxygenation of the difficult airway cases

Hiroshi IHA<sup>1)\*</sup>, Nao KOIKE<sup>2)</sup>, Noriaki MACHIDA<sup>2)</sup>, Tomoki HATERUMA<sup>2)</sup>,  
Hiroshi TOMIYAMA<sup>2)</sup>, Yuji MIYATA<sup>2)</sup>

1) Division of Anesthesia, Naha City Hospital

\*Present affiliation : Department of Intensive Care Medicine, Chubu  
Tokushukai Hospital

2) Division of Anesthesia, Naha City Hospital

Corresponding author : Hiroshi IHA

Division of Anesthesia, Naha City Hospital  
2-31-1 Furujiima, Naha, Okinawa, 902-8511, Japan

Key words : upperairway obstruction, difficult airway management (DAM),  
intrapharyngeal high frequency jet ventilation, emergency oxygenation

### Abstract

The prognosis of patients with a difficult airway depends on the quality of oxygenation until maintenance of the airway. We previously reported that high-frequency jet ventilation, in which the end of a respirator was inserted into the pharynx (IP- HFJV), was useful for oxygenation during maintenance of the airway in these patients. In this study, we retrospectively examined the efficacy and safety of IP- HFJV in 19 patients who underwent this procedure. In 16, effective oxygenation was achieved by performing IP-HFJV (driving pressure: 1 to 2 kgf/cm<sup>2</sup>, respiratory rate: 1 to 3 Hz, F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> = 1.0, I/E = 1/2) through a suction tube transnasally and orally inserted into the pharynx.

Received December 21, 2015

Accepted October 30, 2017