

□ 原 著 □

癌性気道狭窄に対する気管・気管支内ステント挿入術の麻酔管理

金子裕子*、内田篤治郎*、中沢弘一**、槇田浩史**

ABSTRACT

Anesthetic Management for Insertion of Tracheobronchial Stents in Patients with Airway Stenosis by Carcinoma

Yuko Kaneko, Tokujiro Uchida,
Koichi Nakazawa, Koshi MakitaDepartment of Anesthesiology and Critical Care Medicine, Tokyo Medical and Dental University
1-5-45 Yushima, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8519

Anesthetic management for the insertion of tracheobronchial stent is challenging because of difficult ventilation in combination with limited respiratory capacity of patients. This study was designed to evaluate the incidence of hypoxemia during the insertion of tracheobronchial stent, and the impact of anesthetic management on the incidence of hypoxic episodes.

We retrospectively studied anesthetic records of 29 patients inserted tracheobronchial stents under general anesthesia from April 1997 to February 2005. Intraoperative hypoxemia ($SpO_2 \leq 95\%$) was observed in 8 patients. Higher incidence of hypoxemia was observed during examination of the airway before insertion of the stent and during the manipulation of stent insertion, especially when patients were ventilated with face mask. Supplemental approach, such as use of laryngeal mask airway, was helpful to maintain ventilation and avoid patient's hypoxemic episode. However, neither the type of anesthetics (intravenous vs. inhalational), nor the use of muscle relaxant demonstrated significant impact on the incidence of hypoxemia. Therefore, these options in anesthetic management could be carefully selected considering risk/benefit of each method and the severity of airway stenosis.

1. はじめに

癌性気道狭窄に対する気管・気管支内ステント挿入術は、患者が重度の気道狭窄状態にあり、手術操作が狭窄した気道を対象にするため、術中低酸素血症をきたしやすく、麻酔管理上問題となる点が多い。腫瘍の浸潤、気道粘膜の浮腫、分泌物の貯留、無気肺の合併等により、患者の呼吸予備能は低下していることが多く、気管に操作が及んでいる際の酸素化と換気の維持が問題となる。またステント挿入操作により、ステント位置異常¹⁾、気道の浮腫、気管支痙攣、気道損傷²⁾、

気管内出血³⁾などを生じ、気道狭窄、換気不全を悪化させる危険も伴う。

術中の低酸素血症を防ぎ、安全に麻酔管理を行うためには、適切な麻酔計画を立てる必要があるが、麻酔薬の選択、筋弛緩薬使用の有無、気道操作中の換気方法、低酸素血症の予防策についてはいくつかの選択肢が存在し、どの選択肢が適切であるかという判断が難しい。

そこでわれわれは、当院で施行された気管・気管支内ステント挿入術症例を対象に、術中麻酔管理と低酸素血症発生の関係について後ろ向きの調査を行い、麻酔方法、気道管理方法の違いが低酸素血症の発生にどのように影響するかについて検討した。

* 東京医科歯科大学医学部附属病院 麻酔・蘇生・ペインクリニック科

** 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 心肺統御麻酔学

2. 対象と方法

対象は、1997年4月から2005年2月に当院で癌性気道狭窄に対し気管・気管支内ステント挿入術を施行された29症例で、各症例における麻酔記録をもとに、麻酔方法、筋弛緩薬使用の有無、気道操作時の気道確保方法、挿入されたステントの種類、術中低酸素血症ならびに気道合併症の発生について後ろ向きの調査を行った。麻酔管理方法は、症例に応じ各担当麻酔科医が決定した。

術中低酸素血症は、術中に吸入酸素濃度100%下でパルスオキシメータにより測定された動脈血酸素飽和度(SpO₂)が95%以下に低下したものとした。

麻酔方法は、吸入麻酔薬単独群、静脈麻酔薬単独群、静脈麻酔薬と吸入麻酔薬併用群の3群に分類した。筋弛緩薬は、導入または維持に筋弛緩薬(ベクロニウムまたはスキサメトニウム)を使用した群と、筋弛緩薬を一切使用せずに自発呼吸を残した筋弛緩薬非使用群に分類した。

術中の気道操作は、ステント挿入前、ステント挿入中、ステント挿入後の3つの時期にわけ、それぞれの時期で、気道確保方法の違いによって、低酸素血症発生頻度に差がでるかどうかを検討した。ステント挿入前には、透視及び気管支鏡によってステント挿入部位を決定するまでの時期が含まれ、ステント挿入後には、ステント挿入直後から気管支鏡によるステントの位置確認および麻酔管理終了までが含まれるものと定義した。気道確保方法は、マスク換気、laryngeal mask airway (LMA)挿入、気管挿管、気管切開口用カニューレのいずれかに分類された。

挿入されたステントの種類は、ダイナミックステント、デュモンステント、金属ステントに分類された。

統計学的検討は、低酸素血症の発生と麻酔維持方法、筋弛緩薬使用の有無、各気道操作時の気道確保方法、ステントの種類との関連についてカイ2乗検定を行った。有意水準は $p < 0.05$ とした。

3. 結果

対象となった29症例の術前状態は、Hugh-Jones分類でclass Iが0例、class IIが3例、class IIIが8例、class IVが12例、class Vが6例だった。術中SpO₂ \leq 95%の低酸素血症を来した症例は8症例(9回)だった(表1)。

麻酔維持方法では、低酸素血症の発生に有意差はな

かった(表1)。各担当医が選択した麻酔方法は、吸入麻酔薬と静脈麻酔薬の併用群が22例と最も多かった。吸入麻酔薬単独群ではセボフルランが使用され、静脈麻酔薬単独群ではプロポフォールと鎮痛薬を併用した全静脈麻酔が行われていた。静脈麻酔薬と吸入麻酔薬の併用群では、プロポフォールとセボフルランの併用例が19例、ジアゼパム、ペンタゾシンとセボフルランの併用例が2例、ミダゾラムとセボフルラン併用例が1例だった。

筋弛緩薬の使用群と非使用群では、低酸素血症の発生に有意差はなかった(表2)。使用群、非使用群の症例数はほぼ同数であった。手術時間は、筋弛緩薬使用群で 56.9 ± 24.7 分、非使用群で 57.5 ± 58.0 分と、両群間に有意な差はなかった。

気道操作時の気道確保方法と低酸素血症の発生について表3に示す。ステント挿入前の気道確保方法では、マスク換気時の低酸素血症の発生率が高かった。マスク換気を行った6症例のうち、低酸素血症の発生は、筋弛緩薬使用例で2例中1例、非使用例で4例中3例だった。マスク換気中の筋弛緩薬の使用の有無で低酸素血症発生率に有意差は認めなかった。ステント挿入中およびステント挿入後では、気道確保方法の違いによる低酸素血症の発生に有意差はなかった。

ステントの種類では、ダイナミックステント挿入群で低酸素血症の発生頻度が高く、デュモンステント挿入群で低かった(表2)。ダイナミックステント挿入群で発生した低酸素血症は6例中4例がステント挿入時に発生したものであった。

気管狭窄部位別の低酸素血症の発生をみると、気管で21例中4例、気管～気管支で5例中3例、気管支で3例中1例であり、気管分岐部から遠位での狭窄症例で低酸素血症の発生率が高かった。

低酸素血症以外の合併症として、喉頭痙攣により一時的に換気困難となった症例が2例あった。麻酔維持方法はいずれも、静脈麻酔薬と吸入麻酔薬の併用群であった。1例はダイナミックステント挿入直後、他1例では手術終了後LMAを抜去した直後に生じた。前者はセボフルランの麻酔濃度を一時的に5%まで増加させることにより改善し、後者はプロポフォールを静注することにより改善し、低酸素血症には至らなかった。

その他、術中では、手術操作に伴う血圧上昇や低下、徐脈や心室性不整脈、術後では、ステントの脱落、原疾

表 1 術中低酸素血症をきたした8症例

症例	年齢	性別	Hugh-Jones分類	原疾患	狭窄部位	麻酔維持方法	筋弛緩薬	挿入前	挿入中	挿入後	ステント種類
1	64	男	IV	大腸癌 縦隔転移	気管～ 右主気管支	propofol	suxamethonium	マスク換気	マスク換気	気管挿管	Dynamic
2	77	女	IV	肺癌	気管～ 左主気管支	diazepam pentazocine	—	マスク換気	マスク換気	マスク換気	金属
3	77	女	IV	肺癌	左主気管支	propofol sevoflurane	—	マスク換気	マスク換気	マスク換気	金属
4	49	男	IV	食道癌	気管	propofol sevoflurane	vecuronium	気管挿管	マスク換気	LMA	Dynamic
5	73	男	IV	食道癌	気管	propofol sevoflurane	suxamethonium vecuronium	マスク換気	マスク換気	マスク換気	Dynamic
6	66	男	V	甲状腺癌	気管	propofol sevoflurane	—	LMA	気管挿管	マスク換気	Dynamic
7	66	男	V	食道癌	気管	propofol sevoflurane	—	マスク換気	マスク換気	気管挿管	Dynamic
8	75	女	IV	気管扁平 上皮癌	気管～ 右主気管支	propofol sevoflurane	vecuronium	LMA	マスク換気	LMA	Dynamic

LMA : laryngeal mask airway

表 2 麻酔維持方法、筋弛緩薬使用の有無、ステントの種類と術中低酸素血症の発生

		症例数	低酸素症 発生例	p値
麻酔維持方法	吸入麻酔薬単独	4	0	p=0.1482
	静脈麻酔薬単独	3	2	
	静脈麻酔薬 + 吸入麻酔薬	22	6	
筋弛緩剤	使用	14	4	p=0.9087
	不使用	15	4	
ステント類	ダイナミック ステント	10	6	p=0.0041
	デュモンステント	14	0	
	金属ステント	5	2	

表 3 気道操作中の気道確保方法と術中低酸素血症の発生

時 期	気道確保方法	症例数	低酸素血症 発生例	p値
ステント挿入前	マスク換気	6	4	P=0.0043
	LMA	14	1	
	気管挿管	6	0	
	気管切開	3	0	
ステント挿入中	マスク換気	18	3	P=0.8575
	LMA	1	0	
	気管挿管	7	1	
	気管切開	3	0	
ステント挿入後	マスク換気	6	0	NS
	LMA	14	0	
	気管挿管	6	0	
	気管切開	3	0	

LMA:laryngeal mask airway

患悪化に伴う死亡等の合併症を認めた

4. 考 察

今回の調査により、気管・気管支内ステント挿入術においては、ステントが挿入されるまでの間、マスク換気を行った場合に低酸素血症の発生頻度が高いことが示された。また、ステントの種類では、ダイナミックステントがほかのタイプと比べて低酸素血症の頻度が多いことも示された。一方、麻酔方法や筋弛緩薬の使用の有無に関しては、低酸素血症の発生頻度への有意な影響を認めなかった。

1) 気道確保方法

ステントを挿入するまでの間、マスク換気のみで換気を行った場合に、低酸素血症の発生のリスクが高かったことは、気道狭窄を起こした症例でのマスク換気の難しさを反映していると考えられる。

また、ステント挿入前に気管挿管や気管切開口から換気を行えた症例で低酸素血症の発生頻度が低いことは、より確実な気道確保を行うことが低酸素血症の防止につながることを示唆している。このほかに、ステント挿入術の気道操作時の換気の補助手段としては、LMA^{1) 2)} や高頻度ジェット換気^{1) 4) 5)}、等が有効であると報告されている。今回の調査でもLMAによる換気補助は有効な手段の一つと考えられたが、LMA位置異常による重度の低酸素血症が1例生じていることから、LMA使用例でも十分に注意が必要であることが示唆された。重度の狭窄が危惧される症例では、バルーンによる拡張、気管切開、経皮的心肺補助装置等の準備も考慮すべきであろう^{1) 3) 6)}。

ステント挿入後のステントの位置確認の際には、低酸素血症は生じなかった。このとき、LMAを介して内視鏡による確認を行うと、声門や声門直下の観察もできるため、抜管の可能性を判断する上で有効と考えられた。

2) ステントの種類

ステント挿入時の低酸素血症の発生は、ダイナミックステント挿入群で高く、デュモンステント挿入群で低かった。

ダイナミックステントは気管分岐部に挿入するためのY字型のシリコンチューブであるが、経口挿入用の

専用鉗子は直線的な構造のため挿入操作が難しい^{6), 7)}。そのため、挿入操作に時間がかかり、ステントの位置異常も生じやすく、低酸素血症を生じやすい。また、ダイナミックステントの適応が気管分岐部近くに狭窄のある症例であることも、低酸素血症の危険度を高めていると考えられる。ダイナミックステント挿入時に気管切開による気道管理を行ったとの報告もあるが⁶⁾、今回の結果でも気管切開による気道確保症例では低酸素血症は生じておらず、リスクの高い症例では予防的に気管切開口造設を行うことも有効であると考えられた。

今回の調査で、デュモンステント挿入は、専用の硬性気管支鏡を使用するか、デュモンステントを先端内腔に装着した気管チューブを気管挿管しステントを狭窄部にすすめることにより行われていた。そのため、ステント挿入時の換気の補助に硬性気管支鏡または挿管チューブを介した換気が可能であったことが低酸素血症の防止につながったと考えられる。

金属ステント留置は、硬性気管支鏡を必要とせず、ファイバースコープと透視を用いて比較的容易に留置できる。特に、ステンレスワイヤーで作られた自己拡張性のステントである expandable metallic stent (EMS) 挿入は、挿管チューブまたはLMAを介して、気道を確保しながらステントを挿入することができるため、低酸素血症の発生頻度が抑えられたと考えられる。

3) 麻酔維持方法

ステント挿入術の麻酔方法としては、全静脈麻酔法、吸入麻酔法が考えられるが、それぞれの方法に利点と欠点がある。全静脈麻酔は換気状態によって麻酔薬の摂取・排泄が左右されないため、気管・気管支内ステント挿入術では合理的な麻酔と考えられる^{1) 6)}。しかし、鎮痛薬の投与量の調節が難しいこともあり、浅麻酔や術後の呼吸抑制をきたす可能性がある。一方、吸入麻酔薬は換気可能な状態であれば麻酔深度の調節が容易であり、気管支拡張作用を持つため、術操作による気管支痙攣や咳反射の予防効果も期待できる。

今回の結果では、麻酔維持方法の違いの低酸素血症に対する有意な関与は認めなかった。このことから、術中の気道確保が十分に行えている症例であればいずれの麻酔維持方法でも可能であることが示唆された。低酸素血症は示さなかったが、静脈麻酔と吸入麻酔の

併用群で、ステント挿入や抜管などの気道操作後に喉頭痙攣を生じた症例が2例あった。ステント挿入時や抜管時は、気道刺激が加わるうえに、浅麻酔となりやすく、喉頭痙攣や気管支痙攣を生じるリスクが高い。ステント挿入時には十分な麻酔深度を維持するとともに、抜管時には浅麻酔状態での気道刺激を最小限にするなどの注意が必要である。

状況に応じて静脈麻酔と吸入麻酔の両者をうまく併用することが円滑な維持・覚醒につながるのではないかと考えられた。

4) 筋弛緩薬の使用の有無

今回の結果では、筋弛緩薬使用群、非使用群において低酸素血症の発生に有意差を認めなかった。

気道狭窄症例における筋弛緩薬の使用の是非については議論が分かれている。稲田ら²⁾は、気道狭窄のある患者での筋弛緩下の強制換気は、気道内圧の上昇及び気管狭窄の悪化を来すため、可能な限り自発呼吸が望ましいとしている。一方、Conacherら¹⁾は、気管・気管支狭窄例では、上気道狭窄例と異なり、咳反射により気道閉塞が悪化し致命的となることがあるという理由で筋弛緩薬の使用を推奨している。特に、挿入に硬性気管支鏡を用いるデュモンステントや、専用の直型鉗子を用いるダイナミックステント挿入時には、筋弛緩薬の使用が勧められている^{1) 6)}。今回、筋弛緩薬非使用例でのダイナミックステント挿入直後に喉頭痙攣を生じた症例が1例あった。筋弛緩薬非使用例では、喉頭痙攣や気管支痙攣の発生に特に注意を払う必要があると考えられた。

筋弛緩薬を使用した際には陽圧呼吸が必要となる。そのため、筋弛緩薬使用の有無は、筋弛緩薬投与後の陽圧換気が可能であるかを術前によく評価した上で、患者の状態とステントの種類と術式等を考慮して判断すればよいと思われるが、具体的な基準については、より大規模な症例数を扱った研究が必要と考えられる。

なお、今回の結果は、後ろ向き研究によるものであり、麻酔方法や気道確保方法の決定において、すでに患者の重症度が考慮されていたわけで、この点が結果

に影響していた可能性は否定できない。

5. 結 論

今回、麻酔方法および筋弛緩薬の使用の有無と低酸素血症の関係は一定の傾向を示さず、患者の状態と各麻酔方法の長所・短所を考慮して麻酔方法を選択すればよいと考えられた。また、ステント挿入前の低酸素血症はマスク換気時に生じる危険が高く、LMAなどの手段を考慮する必要性が考えられたが、それらの限界点も示された。ステントの種類と比較では、ダイナミックステントで挿入時に低酸素血症の発生頻度が高かった。各ステントの種類と特徴をふまえ、麻酔計画を立てることが重要である。

本稿の要旨の一部は第26回日本呼吸療法医学会学術集会(2004年、函館)において発表した。

参考文献

- 1) I.D Conacher: Anaesthesia and tracheobronchial stenting for central airway obstruction in adults. *British Journal of Anaesthesia* 90: 367-374, 2003
- 2) 稲田眞治、高須昭彦、中村達弥、他: 気管・気管支内ステント挿入の麻酔. *麻酔* 47: 856-860, 1998
- 3) 藤井聖士、沖田元一、藤本真弓、他: 気管・気管支内への expandable metal stent 挿入時の全身麻酔管理. *麻酔* 45: 464-470, 1996
- 4) 葛本直哉、謝慶一、古家仁: 気管気管支狭窄に対する Dumon Tube 挿入術の麻酔経験. *臨床麻酔* 19: 1523-1524, 1995
- 5) Hubert Hautmann, Fernando Gamarra, Rudolf M Huber et al: High frequency jet ventilation in interventional fiberoptic bronchoscopy. *Anesthesia & Analgesia* 90: 1436-1440, 2000
- 6) 藤原千江子、広瀬好文、松尾慶子、他: 気管切開による気管・気管支内ステント挿入術の麻酔管理. *麻酔* 49: 519-522, 2000
- 7) 藤本利夫、千葉渉、塙建、他: 気管気管支狭窄に対する dynamic stent の成績と問題点. *日胸* 55: 896-901, 1996