

徹底分析
シリーズ

麻酔科医が行う「手術室外の」処置時の鎮静

気管支鏡における
鎮静管理の実践ポイント気管支鏡検査・処置の特性をふまえた
“呼吸・循環を守る鎮静”とは

奥山 めぐみ・中島 崇裕

気管支鏡検査は咽頭不快感、咽頭痛、咳嗽、窒息感、胸部圧迫感……と、大変な苦痛と恐怖感を伴う。また不十分な鎮静によって生じる体動は、検査や処置の成功率、安全性にも影響する。ゆえに、適切な鎮静は気管支鏡検査を構成する重要な要素であり、安全に鎮静を行うための知識や対応力が求められている。しかし、日本では麻酔科医が内視鏡鎮静にかかわることはまれで、麻酔科専門医であつても内視鏡鎮静に関する十分な経験や知識を有しているとは言い難い。

本稿では、気管支鏡検査・処置の鎮静に関して、いざというときに麻酔科医として知っておきたい基本的知識を紹介する。

13a 呼吸器/麻酔 (W2)

17w 話 (22)H

12a 呼吸器/麻酔 (以下同)

10a 呼吸器/麻酔 (W3)

OKUYAMA, Megumi
東京科学大学病院
麻酔・蘇生・ペインクリニック科
NAKAJIMA, Takahiro
獨協医科大学 呼吸器外科

0.5ml/kg・色ベタ・大地 18ml

気管支鏡検査にかかわる
鎮静の現状

海外では、米国胸部疾患学会 American College of Chest Physicians のコンセンサスステートメント¹⁾や英国胸部疾患学会 British Thoracic Society ガイドライン²⁾が広く使用されており、日本でも気管支鏡検査時の安全な鎮静を目的として、2023年12月に日本呼吸器内視鏡学会が『呼吸器内視鏡診療における鎮静に関する安全指針』³⁾を公開した。

国際的には、内視鏡時に行う鎮静は手術室外麻酔 non-operating room anesthesia (NORA) や監視下麻酔管理 monitored anesthesia care (MAC) として、麻酔科専門医の研修過程における必修項目とされ、十分な教育を受けた麻酔科医が担当する。また一部の呼吸器専門施設では、全身麻酔管理が可能な気管支鏡検査室が整備されており (コラム1)、専任の麻酔科医による全身麻酔下の検査や処置が行われている。しかし日本では、その大部分を非麻酔科医 (一般的には気管支鏡検査医) が担当しており、麻酔科医も内視鏡検査・処置における標準的な鎮静に関する教育・研修を受けられていない。

内視鏡検査時の鎮静:
消化器内視鏡と気管支鏡

内視鏡検査時の鎮静に関して、日本では消化器内視鏡が先行しており、日本消化器内視鏡学会は2013年に『内視鏡診療における鎮静に関するガイドライン』 (初版) を発行し、2020年には日本麻酔科学会の協力のもと『内視鏡診療における鎮静に関するガイドライン (第2版)』⁴⁾ が刊行された。日本消化器内視鏡学会の第7回偶発症全国調査⁵⁾によれば、3年前の第6回調査と比較して、全体的な偶発症は減少傾向にもかかわらず、鎮静に関連した偶発症は増加したと報告されている。

日本呼吸器内視鏡学会は、2023年に気管支鏡検査および実態把握を目的とした全国調査⁶⁾を行い公表した。調査では日本呼吸器内視鏡学会認定施設および関連施設 (計574施設) のうち441施設から回答を得た。気管支鏡検査時に経静脈鎮静をほとんど行わないと答えた施設は6.9%のみであり、90%以上の症例に経静脈鎮静を行っている施設が74.9%であった。また経静脈麻酔に使用する薬物は、現在保険適用となっているミダゾラムが最も多いが (97.6%)、フェンタニルやブ

ロブフォールなどの「保険適用外」の薬物も一部の施設では使用されていた。気管支鏡時の鎮静は、対象となる患者の疾患特性に加えて、術野と気道を共有する点において、消化器内視鏡よりも慎重な対応が求められる。気管支鏡が気道を通過する＝“気道に生理的刺激を与える操作”であり、咳嗽や声門閉鎖が不均一に起こり、換気・呼吸努力は容易に妨げられる。気管支鏡時の鎮静における難しさは、
①咳嗽反射が強いため、浅すぎる鎮静では検査が進まない
②しかし深すぎれば声門閉鎖や無呼吸が起こり、換気が破綻する
③酸素投与下では経皮的末梢動脈血酸素飽和度 (SpO₂) が保たれてしまい、呼吸停止がわかりにくい
という“狭い幅”の中で鎮静深度を調整し続けなければならない点である。

術前診察の
注意点

気管支鏡検査中は動脈血酸素分圧 (PaO₂) が20 Torr程度まで低下するとされ、特に、肺病変をもつ患者では著しい低酸素血症をきたすことがあるため、検査前の呼吸機能の評価が推奨されている。外傷や気道異物などで急な検査・処置を要する場合もあり、必要項目をすみやかに評価することが求められる。アンケート調査⁶⁾では、80%以上の施設で気管支鏡検査の前には呼吸機能検査およびSpO₂測定が行われていた。

特に重要なのが鎮静中の気道閉塞を予測するためのアセスメントである。気管支鏡は基本的には自発呼吸下で行われるが、対象には呼吸予備能が著し

徹底分析シリーズ 麻酔科医が行う「手術室外の」処置時の鎮静

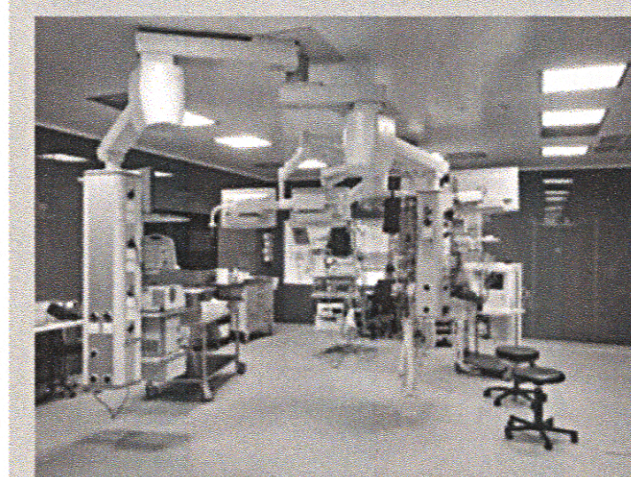
色ベタ+スミベタ (以下同)

10a 新ゴR (以下同)

コラム1

海外では interventional pulmonology (IP) は呼吸器内科とは独立した一つの分野として確立されており、一般的なトレーニングを超えた専門知識および技術が必要とする気管支鏡検査および処置を担当している。IPを行う検査・処置室には、麻酔器のほ

か全身麻酔に必要な各種モニターが設置されている。図Aは筆者 (中島) が2013年に訪問した際に撮影した Ruhrlandklinik (Essen, Germany) の気管支鏡検査・処置室である。見てのとおり、ほぼ手術室である。10a 呼吸器/麻酔 (以下同)



図A Ruhrlandklinikの気管支鏡検査・処置室

10a 呼吸器/麻酔 (以下同)

く低下した患者も少なくなく、わずかな低酸素血症や低換気が致命的な転帰につながるリスクを孕んでいる。また、気道を共有する処置である以上、術中の気道虚脱や気管内出血などの不測の事態において即座に気道を確保しなければならない局面も想定される。したがって、バグマスク換気や緊急挿管の難易度評価は、全身麻酔前の評価と同様に行う必要がある。

また出血による気道閉塞のリスク評価も重要であり、抗血小板療法や抗凝固療法の有無も確認しておく。基本的には、観察、気管支肺泡洗浄 (BAL) およびマーキングなどは出血低リスクなため、抗血栓薬は継続可であるが、直視下の止血が困難な末梢肺生検、特にクライオ生検 (経気管支凍結肺生検

徹底分析
シリーズ

麻酔科医が行う「手術室外の」処置時の鎮静

※ 注
 $\text{BIS } 94 \sim 20\%$ (以下同)
 $\text{1/4a } \text{BIS} > \text{B} \text{ (V)}$

図1
 獨協医科大学病院の
 気管支鏡検査・処置室



99%
 130

transbronchial lung cryobiopsy (TBLC)) や、中枢気道に発生した腫瘍に対する気管支腫瘍摘出術や気管支拡張術は出血のリスクが高いとされている。各検査・処置における出血のリスク評価を行い、出血リスクと抗血栓薬休薬によるリスクのバランスを勘案しつつ、各施設のマニュアルにもとづいた対応を行っている⁷⁾。

局所麻酔
(咽頭麻酔)

鎮静を安全に行ううえで必要なのは適切な鎮痛であり、局所麻酔は重要である¹⁾。局所麻酔は全身状態への影響が少なく、心疾患や呼吸器疾患などの合併症がある場合や、全身状態が不良な患者に対しても比較的 safely 使用できる。局所麻酔を併用することで、鎮痛薬や鎮静薬の使用量が減り、副作用や有害事象を減らすことに貢献する。内

視鏡検査・処置を行う場合には、口腔内、舌、下咽頭、喉頭および気管へ十分な局所麻酔を行う。口腔内から下咽頭にかけては、何回かに分けて患者に舌を前方に出してもらいながら噴霧する。8%リドカインスプレーや、1~4%のリドカイン薬液をネブライザーで吸入もしくはジャクソン型スプレーを用いて噴霧・吸入させている。また検査中にも、適宜局所麻酔薬を経気管支鏡的に気道内に散布している。これらは全身麻酔時の覚醒下挿管にも応用される手法であり、困難気道が強く懸念される患者に対して、ネブライザー麻酔のみで覚醒下気管挿管も可能である。

モニタリングと
準備

気管支鏡の鎮静管理 (MAC) は、手術室での全身麻酔に準じた厳重なモニタリング下で実施されるべきである。標

準的な心電図、非観血的血圧計、パルスオキシメータに加え、カプノメータ (呼吸モニター) の準備は必須である。パルスオキシメータのみでは、カプノメータで検出できた呼吸以上の38%しか検出できず、検出も40秒ほど遅れるという報告⁹⁾がある。特に、呼吸器内視鏡においては、中等度以上の鎮静を必要とすることが多く、また気道や呼吸関連の有害事象発生のリスクが高いため⁹⁾、カプノメータは標準的な準備とすることを推奨する。一方で、気管支鏡検査におけるルーチンでのカプノメータ使用は保険算定できず、カプノメータ使用にかかわる費用は病院負担となる。医療安全を考慮すると気管支鏡検査時のカプノメータ使用に対して算定要件に含まれることを強く希望している。

鎮静開始前には酸素投与を行う。中等度鎮静であれば鼻カニューレにて2

~3 L/min の酸素を投与する。深鎮静であれば、フェイスマスクで酸素を投与し、必要に応じてバグマスク換気を行える体制を整えておく。また、緊急時の挿管器具に加え、ショック、リドカイン中毒、致死的不整脈などの救急処置を必要とする状況が発生する可能性を念頭に置き、救急カートは、常に処置室内に準備する。

モニターの配置と体制
(獨協医科大学病院の場合)

気管支鏡検査中は内視鏡画像所見を観察するため、室内の照度を落としている。獨協医科大学病院では、気管支鏡術者の視線の先にモニターを配置し (図1)、生体情報モニター (心電図、血圧、SpO₂、カプノグラフィの表示) に加え、鎮静深度把握のための BIS モニターおよび経皮的 CO₂ モニターを置くことで、より細やかなモニタリングを行っている。検査時には看護師二人以上の体制を確保し、うち一人はモニター監視を担当している。カプノグラフィは無呼吸の迅速な検出に有効であるため全例に使用している。経皮的 CO₂ モニターは慢性閉塞性肺疾患 (COPD) 症例など CO₂ ナルコーシスに陥りやすい症例での検査中の血中 CO₂ 蓄積の指標 (PaCO₂) として用いている。また咳嗽や高流量鼻カヌーラ (HFNC) の使用に影響を受けることなく血中 CO₂ の指標として使用できる利点がある¹⁰⁾。

鎮静に使用する
薬物

欧米のガイドラインでは、ベンゾジアゼピン系薬物であるミダゾラムと、オ

ピオイドのフェンタニルの2剤で鎮静を行うことが一般的である。日本では、気管支鏡時の鎮静で保険適用となっている薬物はミダゾラムのみであり、ほかの薬物に関しては各施設において適応外使用の審査等を行ったうえで使用しているのが現状である。具体的な使用薬物は『呼吸器内視鏡診療における鎮静に関する安全指針³⁾』を参照されたい。消化器内視鏡では、2025年6月から超短時間作用型であるレミマゾラムが保険承認された。今後、気管支鏡における承認を目指している。

薬物の投与方法に関しては、オピオイドを先に投与し、その効果をみたうえでほかの薬物を投与することが BTS ガイドライン²⁾に記載されている。麻酔科医であれば、日常的に経験することであるが、鎮静薬投与後に麻薬性鎮痛薬を投与すると、呼吸抑制が起こるためである。鎮痛薬を投与し、数分後に鎮静薬の投与を開始すること、および持続投与あるいは少量の分割投与を行うことで、血中濃度の急激な増加を避け、無呼吸閾値以下の有効効果部位濃度を維持する。

代表的な
気管支鏡検査・処置における
鎮静のポイント

各種生検
 経気管支生検 (TBB)、経気管支肺生検 (TBLB)、経気管支凍結肺生検 (クライオ生検) (TBLC)、ブラシ擦過は、気管、気管支内病変に対する生検および肺末梢病変に対する病理学的確定診断を目的とした、気管支鏡検査において最も多い処置である。末梢病変に対する生検では病変の局在確認のためラジアル型超音波プローブおよびガイド

シースを用いることもある。体動により生検が難しくなるため、咳嗽を十分に抑えることが鍵となる。鎮静においては手技中にミダゾラムやオピオイドを少量ずつ追加し、鎮静深度を調節する。特に小柄な患者や高齢患者では、鎮静薬による呼吸抑制が遷延するため注意する。出血や気胸が起り得るため、処置後の呼吸状態を丁寧に観察することが重要である。

TBLC は腫瘍だけでなくびまん性肺疾患の診断にも施行される。TBLC は出血リスクが高く、生検時に頻繁に気管支鏡の抜去および再挿入を行うため気管挿管下に行われる。挿管に際してはサイドポート付きの気管チューブが選択されることが多い。出血のコントロールを目的に Fogarty カテーテル (4 Fr, 80 cm) をカフ上吸引側管から対象気管支内に留置して、生検後にバルーン閉塞による止血を行うこともある (Fogarty カテーテルは適応外使用)。バルーン閉塞による止血時間は数分から10分程度が一般的であり、止血を確認した後に次の生検に移行する。

気管支肺胞洗浄 (BAL) → 色バタ

BAL は、患者の“窒息感”が最も強い処置の一つである。生理食塩液注入により片肺換気に近い状態になるため、比較的呼吸機能が保たれている症例でも一時的に低酸素血症をきたすことがある。処置中は SpO₂ だけでなく、胸郭の動きや努力性呼吸の変化などにも注意が必要であり、特に COPD 症例では処置後に高二酸化炭素血症が遅れて出現することもあるため、検査後の経過観察は十分に行う。

超音波気管支鏡ガイド下針生検
(EBUS-TBNA)

気管・気管支周囲病変に対して超音波によるリアルタイムガイド下に針生検を行う検査である。使用するスコープのサイズ（外径）は通常、気管支鏡より太く、気道への刺激が強い。体動や咳嗽をしっかり抑え、また気道分泌を抑制することで検査がやりやすくなる。鎮静をやや深めとすることも多く、呼吸パターンの微細な変化を見逃さないため、可能であれば、カプノグラフィーの使用が有用である。

バルーン拡張術、ステント留置

気道狭窄に対するバルーン拡張術やステント留置など、気道内に器具を頻回に挿入する処置では、鎮静の“深さ”と“安定性”が特に求められる。咳嗽反射が十分に抑制されていないと、処置そのものが危険となり得るため、十分な深度の鎮静が求められるが、同時に過鎮静のリスクが高まる。処置中は頻回の気道確保や気管支鏡を介した酸素投与が必要になる場面もあり、いつでも気道確保に移行できる準備が必要である。

気道出血に対する止血処置

さまざまな原因による喀血に対する止血処置では、鎮静より“換気確保”が最優先となる。挿管下での処置が基本であるが、血液による視野不良が続く場合には、処置に要する時間も読めない。患者の自発呼吸を維持するのが基本であるが、換気が困難な場合には健側の換気を守るための片肺挿管や、補助循環〔体外式膜型人工肺（ECMO）〕の使用も検討する。

硬性気管支鏡による
処置

気道異物に対する異物除去や気道狭窄に対する拡張およびステント留置の際に硬性気管支鏡が用いられる。硬性気管支鏡の使用には全身麻酔が必要であり、主に手術室で行われる。麻酔法は施設や術者によって異なり、筋弛緩薬投与の有無についても一定の見解はない。合併症の多くは麻酔や治療手技に関連することが報告¹⁾されている。硬性気管支鏡による治療を安全に実施するには、麻酔科医と術者間の情報共有はもちろんであるが、コメディカルを含めた緊密な連携が重要である。

硬性気管支鏡にはさまざまなサイズ（外径）があり、長さの短い気管支鏡と、長い気管支鏡がある。シリコンステント留置の際には、径の大きいものを使用する（図2）。硬性気管支鏡にはベースと呼ばれる基部を接続し、基部にはサイドポートとメインポートがあり、栓となるシリコンキャップ（サイドポート用は青、メインポート用は赤）を装着することで、閉鎖回路での換気が可能となる。メインポートのシリコンキャップには大小の孔が開けられており、大きい孔から光学只管もしくは気管支鏡を挿入し、小さい孔から鉗子など処置器具を挿入する。図2Bの矢印の部分に、呼吸回路を接続することで換気が可能となる。場合によってはここからジェット換気を使用する。硬性気管支鏡にはカフがないため、陽圧換気の際に“漏れ”を生じる。これに対しては口腔内にガーゼパッキングなどを行うことにより、漏れを軽減させる。

気管支鏡検査・処置に関連する
換気法

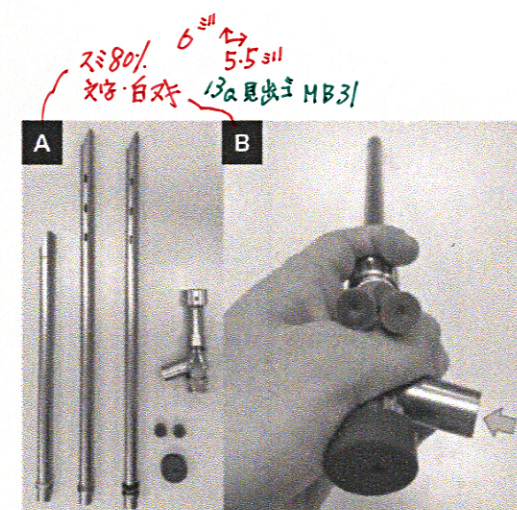
一般的な軟性気管支鏡を用いる検査や処置であれば、経鼻カニューレからの酸素投与と自発呼吸にて施行可能であるが、酸素需要の高い患者や、気道閉塞性の高い患者では、特別な対応が必要な場合もある。

高流量鼻カニューレ（HFNC）

重度の呼吸器疾患（COPDや間質性肺炎など）により低酸素血症のリスクが高い患者や、肥満、閉塞性睡眠時無呼吸症候群（OSAS）や気管軟化症など気道閉塞のリスクが高い患者では、HFNCの使用を積極的に検討する。HFNCは高濃度の酸素投与による酸素化能の改善だけでなく、高流量による軽度の呼吸終末陽圧（PEEP）効果が期待できる。これにより、鎮静中の咽頭虚脱を抑制し、気道の開存性を保持する助けとなる。また、処置中も鼻から高流量の酸素を流し続けられるため、内視鏡操作を妨げることなく酸素予備能を維持できる点は、MACにおいて大きなアドバンテージとなる。

声門上器具

軟性気管支鏡検査や異物除去などで選択されることがある。中等度以上の鎮静下に、上気道の開存性を保ちながら自発呼吸を残すことができる。声帯付近の観察や高位の気管の観察が可能であるという利点の一方で、位置がずれやすかったり、喉頭痙攣や誤嚥のリスクを伴ったりするため、適応の選択と管理は慎重に行う必要がある。

図2
硬性気管支鏡

A. 気管用：黄（外径13.2 mm）、
気管支用：オレンジ（外径13.2 mm）
B. 組み立てた状態

気管挿管

通常は全身麻酔下で人工呼吸管理を用いて行うが、十分な局所麻酔および鎮静下に自発呼吸下で気管挿管下に気管支鏡検査・処置を行うことがある。最も確実な気道確保方法であるが、一部のEBUS-TBNAや気管ステント留置の際には、使用できなかったり、処置の途中で抜管して気道確保経路の変更が必要になったりする場合もある。入念な情報共有が必要である。

ジェット換気

硬性気管支鏡と併用して使用されることが多い。気道ステント留置の際に使用されるが、ステント挿入中も換気を継続できるため、無呼吸時間を短縮し、低酸素血症のリスクを軽減できる。しかし、呼吸が閉塞されると、肺泡破裂や縦隔気腫、気胸などの合併症を生じるため、熟知した経験者の指導のもとで行う。駆動圧は、低圧から開始し、胸郭の動きを見ながら適切に調整する。

体外式膜型人工肺（ECMO）

非常に重篤な気道閉塞や、術中の呼吸管理がきわめて困難な症例では、ECMOの使用も選択肢となる。主に

コラム2

図2B 硬性気管支鏡の挿入

硬性気管支鏡は大きなサイズの鉗子が使用可能であり、またシリコンステント留置およびステント抜去の際に不可欠なデバイスである。軟性鏡で困難な処置も硬性鏡下では可能な場合も多い。挿入の難易度が高く、歯牙損傷などのリスクもある（図B）。麻酔や換気についてはさまざまな意見があるが、筆者は挿入に際して筋弛緩薬を使用しており、また換気リスクのある症例では積極的に体外式膜型人工肺（ECMO）を併用して処置を行っている。

國中 ネム
・基本 1/2 M4G BBB
・太くするネム
1/2 B太く10/1

図版は.0.12mmの
色バタで図

59mm
68mm

白マド

