

手引き書
—気管支鏡診療を安全に行うために—

日本呼吸器内視鏡学会
安全対策委員会編

(Ver. 2.0)

2010年6月改訂

〈序 文〉

手引き書—気管支鏡診療を安全に行うために— 改訂にあたって

日本呼吸器内視鏡学会安全対策委員会
委員長 浅野文祐

2005年に日本呼吸器内視鏡学会安全対策委員会より、手引き書「気管支鏡検査を安全に行うために」がホームページ上に公開されました。アンケート調査によりますと、本手引き書は本学会認定および関連の209施設で利用されてきましたが、5年が経過し改訂の時期を迎えました。

今回の改訂では、安全対策委員会で行った2006年全国アンケートに基づいた項目などに重点を絞って、2008年に本学会から出版された「気管支鏡—臨床医のためのテクニックと画像診断 第2版」の内容を補足する形で、新たな知見や文献的なデータを加えました。ガイドライン策定委員会報告(2009年)も一部含めてあります。検査だけでなく、治療の項目数も増やし、表題も「気管支鏡診療を安全に行うために」に変更致しました。

気管支鏡診療分野には、残念ながら無作為化比較試験などによる明確なエビデンスが乏しい状況です。このため本書には、対象数が十分でない報告の引用や、専門家の経験による基づく部分もあり、いわゆる診療ガイドラインではありません。しかし気管支鏡診療を安全に行うために知っておいていただきたいことを、2006年アンケート調査から得られた現状に照らし合わせながら、簡潔に記載するように努めました。さらに「気管支鏡 第2版」の該当するページも記載し、参照しやすいようにしました。

本改訂版が、第1版と同様に、「気管支鏡診療を安全に行うための手引き書」として、有意義に利用されることを期待しています。

〈目 次〉

1 気管支鏡検査の体制，人数，専門医について	4
	浅野文祐
2 気管支鏡検査前の安全対策	5
	大崎能伸
3 検査中，検査後の安全対策	11
	藤野昇三
4 気管支鏡と感染対策	14
	千場 博
5 麻酔方法	19
	佐藤滋樹
6 気道出血	22
	笹田真滋
7 診断的気管支鏡の合併症と対策 （出血，リドカイン中毒の対策は除く）	27
	各務 博，鈴木栄一
8 治療的気管支鏡の合併症と対策 1	29
	岡田克典
9 治療的気管支鏡の合併症と対策 2	32
	青江 基

1 気管支鏡検査の体制，人数，専門医について

岐阜県総合医療センター呼吸器内科 浅野文祐

気管支鏡検査は，2006年アンケート¹では，本学会認定および関連375施設で1年間に74,770件（軟性気管支鏡74,412件，硬性気管支鏡358件）施行されている。

気管支鏡検査体制は，常時2名以上の医師が参加する施設が診断目的94%，治療目的96%，必ず1名以上の看護師が参加する施設が診断目的98%，治療目的99%で，すべてのスタッフを総計した参加人数は平均6名であった。British Thoracic Society (BTS) ガイドライン²では，術者に加えて少なくとも2名の助手が参加すべきで，うち1名は専門看護師であるべきと述べている。

気管支鏡ガイドライン策定委員会が行った，「患者の苦痛を少なくするためのアンケート調査」³によると，専門医によって行われた気管支鏡検査中の苦痛度は，非専門医より少なかった。2010年4月現在，本学会認定施設は445，関連施設は93，専門医は2,118人，指導医は1,102人（会員数5,508人）である。気管支鏡検査を安全に，患者への苦痛を少なく行うためには，今後さらに専門医，指導医，気管支鏡に精通した看護師の育成が重要と思われる。

<参考文献>

1. 丹羽 宏，棚橋雅幸，近藤 丘，ほか. 2006年アンケート調査からみた国内における気管支鏡の実態（2次出版）. 気管支学. 2009;31:127-140.
2. British Thoracic Society Bronchoscopy Guidelines Committee, a Subcommittee of Standards of Care Committee of British Thoracic Society. British Thoracic Society guidelines on diagnostic flexible bronchoscopy. *Thorax*. 2001;56 (Suppl 1):i1-i21.
3. 気管支鏡ガイドライン策定委員会. 気管支鏡ガイドライン策定委員会報告. 第32回日本呼吸器内視鏡学会学術集会. 東京：2009.

2 気管支鏡検査前の安全対策

旭川医科大学呼吸器センター 大崎能伸

1. はじめに

気管支鏡検査は侵襲の大きい検査法ではあるが、明らかに禁忌とされる症例はほとんどないとされる。気管支鏡検査中には気道に細長い異物を挿入するため、ある程度の気道狭窄は避けられず、動脈血酸素分圧の低下はしばしば認められる。さらに、持続的吸引によって動脈血酸素分圧は一層低下する。このため、気管支鏡検査中の重要な合併症として低酸素血症、それに基づく不整脈などの循環器合併症の発生、また、各種生検による出血の危険性があげられる。検査前にはこれらの合併症の発生を予測して術前評価をしておく必要がある。

本項では検査前の、問診、一般的な検査項目、呼吸器、循環器、凝固系、感染症の検査前評価、前投薬、抗菌剤の投与などについて述べる。

本学会編集「気管支鏡 第2版」の該当部分（第IV章 基本手技 A. 気管支鏡施行前に行うべき検査, B. 患者の確認, 問診, C. 前処置(p33~34), 第V章 気管支鏡検査に使用される薬物の動態 A. 前処置用薬物 (p43~44), 第X章 気管支鏡検査のリスクマネジメント B. 併存疾患のある患者の検査 (p174~176))も参照されたい。

2. 問診

術前の問診では、既往歴の聴取、現在治療を受けている疾患名、投薬内容をチェックする。呼吸器疾患、循環器疾患、脳血管疾患、肝疾患の合併、抗凝固剤の内服、その他の薬剤の内服、局所麻酔剤に対するアレルギーの有無について詳細に聞きとっておく。呼吸器疾患では原疾患の把握とともに、気管支喘息、COPDの有無について、循環器疾患や脳血管疾患では不整脈、狭心症の既往、抗凝固剤内服の有無について、肝疾患や血液疾患では凝固異常の有無についての問診が重要である¹。

気管支鏡検査により気管支攣縮が発症することは稀ではあるが、気道過敏性が亢進している患者の検査では、気道攣縮を起こすことがあると報告されている。British Thoracic Society (BTS) のガイドライン²では、気管支喘息は気管支鏡の禁忌とはされず、気管支拡張剤の前投薬が推奨されている。リドカインの吸入でも気管支攣縮を発症することがあり、これはアトロピンの術前投与で頻度が減少するとされる。気管支喘息患者では、検査中の一秒量の減少の程度はメサコリン吸入試験での一秒量の減少と相関するとされる。呼吸の状態をよく観察できるように、気管支喘息患者の鎮静は強くしないことが望ましい。本学会の2006年アンケート調査³では、気管支喘息発作の既往のある症例に気管支鏡検査を行うときは、76%の施設で気管支拡張剤やステロイドを使用するとし、24%は薬剤を使用しないとされている。

気管支鏡の重大な合併症の1つに出血があげられる。したがって、出血傾向のある患者や腎不全、血液疾患、悪性リンパ腫、HIV感染症などでは出血に対する注意が必要である。このような患者に気管支鏡を計画するときは、血液凝固能検査や血小板数・凝固因子濃度などの測定を行うことが推奨され、必要と判断されれば補正する。組織

検査が必要なときは、バイオプシーのかわりにブラッシングやBALを考慮する。

抗凝固剤、抗血小板剤を内服している症例では、血液凝固能を評価するとともに、内服薬の中止が可能か処方医に確認することが望ましい。血液抗凝固療法を受けているかどうかを確認し、受けている場合には検査の必要性和抗凝固療法を中止した場合に起こりうる不利益の双方を患者に説明したうえで、適当な中止期間をおいてから検査することが望ましい。中止期間については、薬剤ごとに特性を考慮してあらかじめ中止期間を設定しておくといふ。抗凝固剤または抗血小板剤を使用している患者に対する気管支鏡検査に関しては、56%の施設が生検を行わないと回答し、12%で行うとしている³。32%の施設では薬剤に応じた休薬期間を設定して生検を行うと回答している。

肺高血圧症では肺動脈圧が上昇しているため、上大静脈症候群では胸郭内静脈圧が上昇しているため、ともに末梢細血管レベルの出血でも持続しやすいことがある。このような胸腔内の病変をスクリーニングする目的でも、検査前には胸部X線写真を撮影する。

気管支鏡検査を60歳以上の患者に行うと、虚血性の心電図変化が発生しやすいとされる。検査中に不整脈が出現しやすいことと動脈血酸素分圧が低下するので、急性心筋梗塞を発症した患者の検査では十分な酸素の投与、心電図のモニター、鎮静が必要である。また、心筋が虚血状態にあると判断されるときは、気管支鏡は行わないほうが望ましい。心筋梗塞の発症4～6週間になると、合併症の危険性は低まるとされる。

3. 抗凝固療法、抗血小板療法が行われている場合

抗凝固療法、抗血小板療法を受けている患者が観血的処置を受ける場合は、薬剤継続による出血性合併症と、中断による血栓症・塞栓症の相反する重篤な転帰をとることがある。薬剤のなかには中止、継続について明らかなエビデンスがないものもある。したがって、本項は、医療行為を制限する絶対的な義務ではなく、危険性を理解する参考にしていただきたい。

薬剤中止により、重篤な血栓塞栓を生じる可能性が高い疾患に、ワーファリンによる抗凝固療法が必要な血栓症患者、抗血小板剤が必要な血栓症患者がある。このような患者では、抗凝固療法、抗血小板療法中止は不可かヘパリン置換が必要な場合がある。いずれにしても、出血性リスクと血栓性リスク、検査の侵襲度と必要性を考慮して方針を決定することが望ましい。

表1に、代表的薬剤の手術時に休薬する期間の目安をあげる。

4. 気管支鏡検査前に推奨される一般的検査

- 1) 血液一般検査
- 2) 生化学検査（肝機能、腎機能、その他）
- 3) 炎症反応

貧血の有無は低酸素血症に関連するため、検査前に血液一般検査が必要な場合がある。肝機能検査で異常がある場合は、潜在的な凝固能異常の可能性があるので、血液凝固能の検査が推奨される。2006年アンケート調査³によると、術前の血液検査は90%の施設で全例に行われ、9%の施設では症例に応じて行われている。CRP上昇などの炎症所見があれば、検査の必要性和炎症の沈静化を待つのとどちらが重要かを考

える。少なくとも BAL などの発熱をきたす可能性のある手技は延期することが望ましい。

5. 気管支鏡検査前に推奨される呼吸器機能検査

- 1) 肺機能検査 (VC, %VC, FEV_{1.0}, FEV_{1.0%} など)
- 2) パルスオキシメトリー (SpO₂)
- 3) 動脈血ガス分析 (PaO₂, PaCO₂, pH など)

気管支鏡検査中は PaO₂ が 20 torr 程度低下するとされ、多くの症例で低酸素血症が起こる可能性がある。特に、肺に病変を持つ症例では著しい低酸素血症をきたすことがあるために、検査前の呼吸機能の評価が推奨される。胸部 X 線写真などでびまん性の陰影がある場合や COPD では、検査前に肺活量 (VC, %VC)、一秒率 (FEV_{1.0%})、一秒量 (FEV_{1.0}) などの肺機能検査を実施しておくことが望ましい。本邦では 17% の施設で全例に、59% の施設で症例に応じて呼吸機能検査が行われている³。

一秒率や SpO₂ が低下している症例では動脈血ガス分析を実施しておくことが推奨される²。動脈血ガス分析は、16% の施設で全例、68% で症例に応じて行われている³。気管支鏡検査中には SpO₂ が 90% 以上を維持するように酸素を投与することが望ましい。低酸素血症を伴う COPD 症例では高炭酸ガス血症を伴っていることがあり、酸素投与により PaCO₂ が上昇することがあるので、動脈血ガス分析を行って PaCO₂ を測定しておくことが推奨される。

6. 気管支鏡検査前に推奨される循環器系の評価

- 1) 心電図

不整脈は気管支鏡検査の最も多い合併症の 1 つである。気管支鏡検査は低酸素血症をきたしやすく、不整脈を惹起し、さらに心筋虚血を起こしやすいとされている。このため気管支鏡検査前に心電図検査にて心疾患の有無をチェックしておくことが望ましい。心電図は 58% の施設で全例に、34% で症例に応じて行われている³。

7. 気管支鏡検査前に推奨される血液凝固能の評価

- 1) PT
- 2) APTT
- 3) 血小板数

観察のみを目的とした症例では、特に合併疾患がなければ血液凝固系の検査は不要である。2006 年アンケート調査では³、血液凝固能の検査は 63% の施設で全例に、33% で症例に応じて行われている。

尿毒症、免疫抑制状態、肝機能異常、血小板減少症、肺高血圧などの凝固異常を合併しやすい症例では血液凝固能を評価しておくことが望ましい。生検を予定する場合には PT, APTT などの血液凝固系の検索、血小板数のチェックが推奨される。

8. 感染症の評価

- 1) HBV, HCV, HIV, 梅毒検査
- 2) 喀痰検査, クオンティフェロン検査 (肺結核疑い症例)

気管支鏡検査は飛沫感染予防策により行われることが推奨される。スタッフの安全

対策、器具の確実な消毒のためには、検査前に HBV, HCV, HIV, 梅毒検査を調べておくことも有用であるが、患者の同意が必要である。2006 年アンケート調査³では、87% の施設で術前に感染症のスクリーニングが行われており、HBV, HCV, 梅毒検査は 80% 程度、喀痰結核菌検査は 36%、ツベルクリン反応は 3% の施設で施行されている。

胸部 X 線写真で肺結核が疑われる症例では喀痰検査を施行し、排菌しているか否かを確認する。クオンティフェロン検査が参考になる場合もある。排菌していない症例でも肺結核の可能性があれば気管支鏡検査の順番を最後にするとともに、必要に応じて N95 マスク着用の準備をしておく。

9. 絶食

咽喉頭麻酔時または気管支鏡検査時の反射性嘔吐を避けるため検査前 4 時間程度の絶食が必要である。

10. 前投薬

1) 硫酸アトロピン

硫酸アトロピンは気道分泌量の低減、徐脈や気管支収縮予防に有用な前投薬と考えられていたが、最近是有用性に対して否定的な報告が多い。気管支鏡検査は患者に対する苦痛が多く、反射などを抑制するために硫酸アトロピンが使用されてきたものと思われる。2006 年アンケート調査³では 92% の施設で硫酸アトロピンが使用されているが、欧米では使用頻度は減少しており、英国では 29%、米国での調査では 62% の施設が使用している。

気管支鏡ガイドライン策定委員会の報告⁴によると、本邦では前投薬として硫酸アトロピン、塩酸ヒドロキシジン、硫酸アトロピン+塩酸ヒドロキシジンを使用する施設が多い。検査時の不快は塩酸ヒドロキシジン、硫酸アトロピン+塩酸ヒドロキシジンを使用した症例に多い。同報告によれば、ミダゾラムや塩酸ペチジンなどの鎮静剤を使用して短時間の検査に努めることが、苦痛が少ない検査のために有効とされる。

BTS のガイドラインでは硫酸アトロピンの投与は必須とはされていない²。また、硫酸アトロピンは緑内障や重症不整脈の患者には禁忌とされている。サルコイドーシスではブドウ膜炎を発症することがあり、気管支鏡の前処置に硫酸アトロピンを使用するときは、急性緑内障の発症に十分注意する。

無作為化比較試験の結果では、硫酸アトロピンの有用性は示されていない。Cowll⁵ は、ミダゾラムによる鎮静を用いて、217 名を無作為に硫酸アトロピン群、グリコピロレート群、プラセボ群に割りつけ、分泌量制御、鎮咳、患者の安寧度などをヴィジュアルアナログスケールにより評価したが、有意差は認められず、さらに局所麻酔剤の使用量や、不整脈、酸素飽和度低下、血圧上昇などの合併症発生率なども有意差を認めなかった。Williams⁶ は、ミダゾラム鎮静下に 100 名を無作為に硫酸アトロピン群、プラセボ群に割りつけ評価したが、気道分泌量、分泌物洗浄に要した生食量、出血量、酸素飽和度低下、不整脈に有意差を認めなかったと報告している。リドカイン使用量はプラセボ群 357 mg に対し、硫酸アトロピン群 331 mg と統計学的有意差を認めているが、臨床的には有意とはいえないと報告している。これらの結果からも、現在では硫酸アトロピンは必ずしも必要な前投薬とは考えられなくなっている。

上述の禁忌症例の他に、慎重投与症例もあるので、症例ごとに確認することが必要であり、安易な投与は推奨しない。

11. 検査時の抗菌剤の使用

検査後の発熱は通常の気管支鏡下の観察では稀であるが、肺生検や肺胞洗浄を行った場合には10～30%の患者に生じうる。しかし、ほとんどの症例では菌培養は陰性であり感染を意味するものではない。よって予防的抗生剤投与は一般的に不要であるが²、無脾症、人工弁移植術後、心内膜炎の既往を有する患者などでは投与が推奨されている。気道が閉塞や狭窄している症例での肺生検や肺胞洗浄などの検査後は、気道粘膜の浮腫による閉塞・狭窄の増悪によって感染を引き起こすことがあるので抗生剤の投与を考慮する必要がある⁷。年齢、基礎疾患やEBUS-TBNA、TBLBなどの検査手技によっても抗菌剤の投与を考慮する。使用する抗菌剤の種類については根拠が乏しいが、いずれの薬剤でもPK/PDを考慮した理論的な使用が望まれる。

表1. 代表的な抗血小板剤と抗凝固剤の手術時における中止期間の目安

一般名	代表的商品名	術前中止期間
ワルファリンカリウム	ワーファリン	3～7日
アスピリン	バイアスピリン	7～10日
塩酸チクロピジン	パナルジン	7～14日
クロピドグレル	プラビックス	7～14日
シロスタゾール	プレタール	3～4日
イコサペント酸エチル	エパデール	7～10日
ペラプロストナトリウム	プロサイリン, ドルナー	1～3日
塩酸サルボグレラート	アンプラーグ	1～3日
ジピリダモール	ペルサンチン	1日
トラピジル	ロコルナール	1日
塩酸ジラセフ	コメリアン	1日

<参考文献>

1. 気管支鏡検査を安全に行うために. 日本呼吸器内視鏡学会安全対策委員会, 編集. Ver. 1.1. 2005.
2. British Thoracic Society Bronchoscopy Guidelines Committee, a Subcommittee of Standards of Care Committee of British Thoracic Society. British Thoracic Society guidelines on diagnostic flexible bronchoscopy. *Thorax*. 2001;56 (Suppl 1):i1-i21.
3. Niwa H, Tanahashi M, Kondo T, et al. Bronchoscopy in Japan: a survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy in 2006. *Respirology*. 2009;14:282-289.
4. 気管支鏡ガイドライン策定委員会. 気管支鏡ガイドライン策定委員会報告. 第32回日本呼吸器内視鏡学会学術集会. 東京: 2009.
5. Cowl CT, Prakash UB, Kruger BR. The role of anticholinergics in bronchoscopy. A randomized clinical trial. *Chest*. 2000;118:188-192.

6. Williams T, Brooks T, Ward C. The role of atropine premedication in fiberoptic bronchoscopy using intravenous midazolam sedation. *Chest*. 1998;113:1394-1398.
7. 吉田直之, 沖 和彦, 杉江琢美, ほか. 気管支鏡下組織生検の合併症, 特に肺癌症例における発熱の検討. *気管支学*. 1991;13:242-248.

3 検査中，検査後の安全対策

帝京大学医学部附属溝口病院外科（呼吸器外科） 藤野昇三

本学会編集「気管支鏡 第2版」の該当部分（第X章 気管支鏡検査のリスクマネージメント C. 合併症とその予防・対策（p176～181））も参照されたい。

1. 検査中の安全対策

(1) 検査中のモニタリングと記録

- 1) 血圧
- 2) 酸素飽和度（SpO₂）
- 3) 心電図

検査中にモニタリングが望まれる項目は血圧，心電図および酸素飽和度である。血圧と心電図は症例によってはモニタリングが不必要な場合もあるが，酸素飽和度は常にモニタリングされることが望ましい（2006年アンケート調査でのモニタリング施行率は酸素飽和度99%，血圧79%，心電図50%であった¹⁾）。

鎮静剤を使用しない場合や低酸素血症によって引き起こされる血圧上昇，逆に鎮静剤を使用した場合の血圧低下に注意する必要がある。気管支鏡検査に伴う致死的合併症として気道出血や脳出血などの血圧変動と関連するものも報告されており¹⁾，必要に応じて降圧剤・昇圧剤を投与する。

また，気管支鏡検査時には，換気血流の不均等，微小無気肺などにより血中酸素分圧は通常平均10～20 torr程度の低下をきたすとされている²⁾。鎮静剤が投与された場合や気管支肺胞洗浄を行う際にはさらに大きく減少し，洗浄量が多い場合にはより著明となる。また低肺機能症例では酸素飽和度の低下も招来しやすい。SpO₂が95%以下のときはその後の推移に注意を払うべきであり，90%以下では検査を一旦中止して回復を待つべきである³⁾。SpO₂の低下は検査中に患者が自覚する呼吸困難感とよく相関するとされており，患者に与える苦痛を軽減する意味でも一定程度以上に保つことが望ましい⁴⁾。

心電図モニターは全症例に必要という訳ではないが，心疾患を持つ患者（特に不安定狭心症）や術前SpO₂が60 torr以下の患者ではモニタリングすることが望ましい（British Thoracic Society（BTS）ガイドライン grade C⁵⁾）。

以上の項目は測定された場合，記録として診療録・検査報告用紙に記載されることが望まれる。

(2) 酸素投与

検査中・検査後を通じてSpO₂を少なくとも90%（PaO₂で約60 torr）以上に保つことが望ましい。これにより心室頻拍や発作性上室性頻拍あるいは房室ブロックといった問題となる不整脈発生の危険性を低減させることができる（2006年アンケート調査では全例に投与している施設が38%，症例を選択して投与している施設が54%で，計92%の施設で酸素投与が行われていた¹⁾）。ただし，検査前に血中炭酸ガス濃度の増加がみられる患者では，酸素投与や鎮静剤投与が炭酸ガスの貯留をもたらす危険があり，鎮静剤投与は避けるべきであり酸素投与も慎重に行う。

(3) 局所麻酔

「5 麻酔方法」の項を参照.

(4) 鎮静剤の使用

「5 麻酔方法」の項を参照.

(5) 静脈路の確保

鎮静剤を使用する場合は必ず、また使用しない場合でも検査中から検査後（回復室で鎮静状態から回復するまで）まで静脈路の確保が望ましい（2006年アンケート調査では全例で確保している施設が50%、症例を選択して確保している施設が32%で、計82%の施設で静脈路が確保されていた¹⁾）.

(6) 救急カート

気管支鏡検査時には、呼吸停止、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が常にあり、検査室に救急カートを常備しておく必要がある（2006年アンケート調査では98%の施設で準備されていた¹⁾）.

(7) X線透視

患者および検査に関わるスタッフの被曝を最小限に抑えるために、透視のフィールドは必要最小限に設定し、透視はこまめに切るようにすることが望まれる。透視装置の主電源は使用直前に入れ、使用後は速やかに切るようにする。経気管支肺生検時のX線透視は、限局した陰影の場合は必須であるが、びまん性肺疾患においては必ずしも必要はない。経気管支肺生検時の気胸（ドレナージを必要とする）の発生頻度はX線透視併用の有無に関わらず3~5%と報告されている。

2. 検査後の安全対策

(1) 酸素投与

検査後も酸素飽和度が90%以上に保たれることが望ましい。これにより不整脈発生の危険性を低減させることができる。特に低肺機能者と鎮静剤投与を受けた患者には酸素投与が必要であることが多い（BTSガイドライン grade B⁵⁾）。ただし、検査前に血中炭酸ガス濃度の増加がみられる患者では、酸素投与が炭酸ガスの貯留をもたらす危険があり慎重に行う。

(2) 胸部X線写真

肺生検を施行した患者においては、気胸発症の有無を確認する目的で、少なくとも1時間あけて胸部写真を撮影することが望ましい（BTSガイドライン grade B⁵⁾）。一般的に1時間以降に気胸が発生することは稀である。2006年アンケート調査では症例を選択して（肺生検施行例など）撮影している施設が65%と最も多く、全例で撮影している施設が22%、全く撮影しない施設が13%であった¹⁾。

(3) 患者・家族への対応・説明

肺生検を施行した患者においては、本人・家族に帰宅後も気胸発症の可能性があることを、口頭および文書で伝えておく。鎮静剤投与を受けた患者は誰かが自宅まで確実に送り届ける必要がある。また高齢者や肺生検を施行された患者などにおいては、翌朝まで異常が生じないかどうか家族が注意することが望ましい（BTSガイドライン grade C⁵⁾）。

3. 気管支鏡および周辺機器の破損

2006年アンケート調査では11%の施設で「合併症につながる気管支鏡およびその周辺機器の破損」を経験していた¹。気管支鏡を被験者に咬まれたことによる破損や生検鉗子のワイヤーの離断により鉗子が閉じなくなったり、鉗子が生検チャンネルから抜けなくなる事例が比較的多く報告されている。生検鉗子などの器具は挿入前に操作性に異常がないことを確認しておく必要がある。また稀なものとしてレーザー照射による発火と熱による気管支鏡先端の破損が各1事例報告されている。レーザー照射により生じたガスには炭化物や可燃性ガスが含まれており、高濃度酸素下ではこれに引火する危険性が指摘されている⁶。レーザー照射時には投与酸素濃度を可能な範囲内で低くしておくことや焼灼により発生した炭化物やガスを頻回に吸引・除去する必要がある。また気管支鏡先端から十分に離れた位置で照射することや連続照射による照射部位の温度上昇を避けるように心がけておくことも必要である。

<参考文献>

1. 丹羽 宏, 棚橋雅幸, 近藤 丘, ほか. 2006年アンケート調査からみた国内における気管支鏡の実態 (2次出版). 気管支学. 2009;31:127-140.
2. Matsushima Y, Jones RL, King EG, et al. Alterations in pulmonary mechanics and gas exchange during routine fiberoptic bronchoscopy. *Chest*. 1984;86:184-188.
3. 浜口眞輔, 辻村祐子, 松本 勉, ほか. 全身麻酔下気管支鏡検査時のパルスオキシメータの応用. 臨床モニター. 1991;2:355-359.
4. 有本太一郎, 岩崎吉伸, 橋倉博樹, ほか. 気管支鏡検査時の動脈血酸素飽和度とアンケートによる自覚症状の検討. 気管支学. 1994;16:342-346.
5. British Thoracic Society Bronchoscopy Guidelines Committee, a Subcommittee of Standards of Care Committee of British Thoracic Society. British Thoracic Society guidelines on diagnostic flexible bronchoscopy. *Thorax*. 2001;56 (Suppl 1):i1-i21.
6. 気管支鏡安全対策委員会. 気管支鏡における教訓的事例—レーザー焼灼術施行中に発生した広範囲気道火傷の1例. 気管支学. 2004;26:490.

4 気管支鏡と感染対策

熊本地域医療センター呼吸器科 千場 博

1. はじめに

flexible-bronchoscopy は現在では多くの施設で1日の検査件数が増加し、また病室での処置も頻繁に行われるようになり、スコープおよび処置具の洗浄・消毒・滅菌に多くの時間を割けなくなってきている。flexible-bronchoscope 開発初期の頃に較べて現在は感染防御対策に関してはやや疎かになっているといわざるを得ない感がある。

現在問題となっている事項としては、スコープ本体および処置具を介する被験者間の感染と、被験者から検査スタッフへの感染および院内の汚染の問題があげられる。

今回の手引書の改訂にあたり本学会で行った2006年の1年間における気管支鏡の実態調査「2006年アンケート調査」¹の結果の一部もつけ加えた。

また、この手引書のみでなく、当学会編集の「気管支鏡 第2版」の第I章 機器 D. 機器の取り扱い方法, E. 洗浄, 消毒法(p10~14), 第II章 感染対策(p17~22), 第X章 気管支鏡検査のリスクマネージメント B. 併存疾患のある患者の検査(p175)の項も参考にしていきたい。

2. 内視鏡および処置具による被験者間の感染対策

気管支鏡検査および処置による被験者間の感染には、痰および気道内の病原体による感染と、器具に付着した血液を介する感染とがある。従来から感染症と判明しているかまたは感染症が疑われる患者は、その日の検査の最後に回すという対策がとられてきたが、それでは不十分で、すべての被験者に感染症が存在する危険性があるとして十分な器具の洗浄・消毒・滅菌を行う必要がある。そのための技術や消毒剤に関しての知識を持つ必要がある。

(1) 器具の洗浄・消毒・滅菌に関して

①洗 浄

使用後のスコープはすべて感染症の危険性があると考え、まず病原体を著しく減らす作業としての洗浄を行う。洗浄のはじめはスコープを被験者から抜去直後に、スコープがまだ光源に接続した状態でガーゼなどで清拭する。次に、200 ml またはそれ以上の酵素洗剤液を吸引しチャンネル内の汚れをできるだけとり除いておく。次に流しにて、吸引ボタンと鉗子栓をはずし酵素洗剤液で洗浄する。スコープ本体はスポンジを用い、酵素洗剤液で外表面の手洗いを行う。特にチャンネル内のブラッシングが重要で、吸引ボタン口と鉗子口から十分にくまなくブラッシングをする必要がある。その後、専用チューブを用いてチャンネル内にシリンジポンプで酵素洗剤液の注入を数回行う。機器の洗浄その後の消毒・滅菌に関しては、すべてメーカーの取扱い説明書の手順に従い実施する。

②消 毒

消毒法には用手消毒と自動洗浄消毒機による方法がある。消毒の不均一さをなくし、確実に消毒するには自動洗浄消毒機による方法が推奨されている。2006年アンケート調査によると気管支鏡専用洗浄器を保有している施設は全体の80%で、2000年の調

査の64%から大幅に増加している¹⁾。

消毒剤は2% グルタラルアルデヒドが従来多く使用されてきたが、その後新しい高レベル消毒剤が市販されているのであとで述べることにする。

1) 用手消毒

スコープ本体のチャンネル内に専用チューブを用いて消毒剤を注入しスコープ全体を消毒剤中に浸漬する。浸漬時間は2% グルタラルアルデヒドの場合、日本消化器内視鏡技師会のガイドライン（1995年）では10分間としている（消毒剤メーカーは30分から45分が適当としている）。洗浄した吸引ボタンと鉗子栓も浸漬する。その後スコープを引き上げチャンネル内に清浄水を繰り返し注入し消毒剤を除く。スポンジを用いスコープ全体を流水にて十分に洗う。外表面の水分を除き、チャンネル内から水滴が出なくなるまでシリンジで送気する。70% アルコール液をチャンネル内に注入しシリンジで送気して乾燥させる。

2) 自動洗浄消毒機による消毒

作業レベルの均一性のためにも自動洗浄消毒機による消毒が望ましいが、この場合は規定のプログラムにより行うことが大事で、消毒剤の種類に応じた設定が必要である。また自動洗浄消毒機の細菌汚染、特に非結核性抗酸菌による汚染が問題となっている²³⁾。健常人では問題にならないが被験者が免疫低下状態の場合は感染の危険性が生じる。また汚染された器具により検査結果の誤認が生じる危険性がある。したがって自動洗浄消毒機を使用する場合はメーカーの指定する方法で定期的に装置自体の洗浄・消毒またフィルター交換などのメンテナンスをすることが重要である。

③滅菌

症例間での滅菌は、その所要時間の長さから一般的には不可能であるが、最近低温プラズマ滅菌法が開発され短時間での滅菌も可能となってきている。できれば1日の終わりまたは週の終わりには滅菌を行い感染源を長期に残さないことが大事である。

1) オートクレーブ

オートクレーブは短時間に確実に滅菌できるが、高温のためスコープ本体は不可能であり周辺機器のオートクレーブ耐性のものに限られるので、取扱い説明書で可能であることを確認して使用する。

2) ガス滅菌

エチレンオキサイドガスによる滅菌は長時間を要するため症例間での使用は不可能であるが、滅菌効果は高く現在の滅菌法の主流である。しかし最近エチレンオキサイドの毒性、特に発癌性が問題になっている。

3) 低温プラズマ滅菌

過酸化水素を利用した低温プラズマ滅菌法は殺菌効力が極めて高く毒物の残留が全くないという利点を持っている。また、ガス滅菌法に較べて極めて短時間（約50分）で滅菌でき、今後の普及が期待される。ただしスコープ本体、周辺機器とも耐性がない場合があるため、使用機器のプラズマ滅菌耐性についてはメーカーに確認する必要がある。

(2) 消毒剤に関して

1998年に出された日本消化器内視鏡学会消毒委員会のガイドラインでは、高レベル消毒剤としてグルタラルアルデヒドが推奨されているが、最近次世代の高レベル消毒剤としてフタラルと過酢酸が市販され、グルタラルアルデヒドに較べ後者2剤

は抗酸菌（結核菌，非結核性抗酸菌）に対して有意に高い殺菌力を示し，また過酢酸は芽胞菌に対しても強い殺菌力を持ち，抗酸菌に対してはフタラールよりさらに短時間で菌の陰性化が認められると報告されている⁴⁶。2006年アンケート調査によると，回答のあった189施設のうちフタラールを92施設(49%)，過酢酸を60施設(32%)，グルタラールアルデヒドを21施設(11%)が使用していた¹。自動洗浄消毒機は消毒剤により専用機が必要となる場合があるため，装置と消毒剤の組み合わせについてはメーカーに確認する必要がある。

消毒剤，特にグルタラールアルデヒドの吸入による呼吸器障害，接触による皮膚障害，目に入れば角膜炎を起こすなど毒性の問題が指摘されている。フタラールの毒性についてはまだ未知数な点がある。このように消毒剤は人体に悪影響を及ぼすことがあるので，消毒を行う部屋の換気をよくし取扱いには長めのゴム手袋の他に密着性のよいゴーグル・マスク，防水エプロンおよび腕カバーを装着する必要がある⁷。

(3) ディスポーザブル製品に関して

無菌組織内に直接進入する生検鉗子，細胞診用ブラシ，TBAC針などは感染の危険性が高いと認識して，できればディスポーザブル製品を使用すべきである。また鉗子栓や吸引ボタンも構造上十分な洗浄には手間がかかり滅菌を必要とすることを考えると，内視鏡関連のディスポーザブル製品をできるだけ使用し，被験者間および取り扱うスタッフへの感染の危険性を可能な限りなくすことを心がける必要がある。また，リユース製品を使用する場合は，メーカーの取扱い説明書に従った十分な洗浄・消毒・滅菌が必要である。

3. 医療スタッフへの感染対策

被験者は常に感染源になる危険性があると認識して，標準予防策が必要で，前処置時・検査中・検査後においても感染対策を疎かにしてはいけない。現在の病状，発熱・咳・痰の有無，既往症，胸部X線所見，検査値異常(WBC, CRPなど, HBVおよびHCV, 梅毒反応は，時間的余裕があればなるべく)について把握しておく。特に肺および気道感染症が疑われる症例では，気管支鏡検査に伴う咳嗽により病原体の飛散が生じることを念頭において感染防御対策を立てる必要がある。

(1) 経気道的感染

最も問題となるのが結核感染である。気管支鏡検査実施中の結核患者が飛散させる菌の量は極めて多いといわれており，感染の危険性は高いと考えられる。そこで適切なマスクを使用すべきであり，従来のガーゼマスクや外科用マスクは不適當であり，N95微粒子用マスクが医療スタッフ用マスクとして推奨されている⁸。このマスクは1ミクロン以下の粒子の95%以上を捕集し，結核菌の大きさが2~4ミクロンであることと密着性のよさから気管支鏡検査スタッフの結核感染防止に適している。マスク以外ではガウン，帽子，ゴーグルなども前処置の時点から着用することが必要である^{7,8}。医療スタッフが結核に感染した場合，病院内での結核集団感染発生の危険性があるため，気管支鏡スタッフは常に結核の感染防御には留意すべきである。また，スタッフは定期健康診断時に必ず胸部X線検査を受ける必要がある。院内感染を防止するためには消化器内視鏡室と分けて専用検査室にするのが望ましい。また，気管支鏡検査室の室内空気圧を外部に対して陰圧とする設備の改善が望まれる。結核について部屋やベッドシーツなどの消毒はその必要性を認めないとする考え方も多いが，咳嗽

が激しく排菌が予想される患者のあとにはアルコールなどでの室内の消毒の意味はあるといわれている⁹。

2006年アンケート調査によると、検査予定者に感染症検査を行っているのは87%で、HBVおよびHCVが85%、梅毒血清反応が75%、その他にHIVが11%、HTLVが1%の施設で調べられていた。また喀痰中の一般細菌、結核菌の検査は36%の施設で、ツベルクリン反応は3%の施設で行われていた。また予防衣の着用率では手袋やマスクの着用が100%ではなく、ガウンは39%と低い着用率であった¹。

(2) その他の経路による感染対策

針刺し事故などをなくすためにも、TBAC針その他の処置具はできればすべてデイスポータブルとすべきである。また処置や洗浄にあたっては必ず手袋を着けて行い、ガウンや防水エプロンなどの装着が必要である。またスタッフはHBVワクチンの接種など自己防衛の処置は必ず行っておく必要があり、採血による定期検査を行う必要がある。

4. おわりに

気管支鏡被験者はすべて感染源となる危険性があると認識して、気管支鏡およびその周辺機器の洗浄・消毒・滅菌には細心の注意を払うべきである。医療スタッフも自身への感染防御については常に注意すべきであり、検査室の清潔にも常に注意を払うべきである。2006年アンケート調査から、自動洗浄器の導入など大幅に改善された項目もあったが、最も基本的な手袋、マスクやガウンの着用など、まだまだ改善すべき点が多いという実態も明らかになっている。

<参考文献>

1. 丹羽 宏, 棚橋雅幸, 近藤 丘, ほか. 2006年アンケート調査からみた国内における気管支鏡の実態 (2次出版). 気管支学. 2009;31:127-140.
2. 原野由美子, 古賀俊彦, 中村昌弘, ほか. 非定型抗酸菌・一般細菌によるファイバースコープおよび内視鏡自動洗浄機の汚染とその対策. 呼吸. 1991;10:320-327.
3. 坂本匡一, 清水孝一, 仲谷善彰, ほか. 自動内視鏡洗浄消毒装置を介した気管支鏡の抗酸菌による汚染. 気管支学. 1995;17:583-587.
4. 坂上吉一, 勝川千尋, 加瀬哲男, ほか. 過酢酸製剤の各種微生物に対する殺菌効果の検討. 防菌防黴. 1998;26:605-610.
5. Lynam PA, Babb JR, Fraise AP. Comparison of the mycobactericidal activity of 2% alkaline glutaraldehyde and 'Nu-Cidex' (0.35% peracetic acid). *J Hosp Infect.* 1995;30:237-240.
6. 赤松泰次. 内視鏡における感染リスク管理の現状と将来—第17回日本環境感染学会総会「病院の微生物リスク管理セミナー」での講演より—. 大阪:2002.
7. British Thoracic Society Bronchoscopy Guidelines Committee, a Subcommittee of Standards of Care Committee of British Thoracic Society. British Thoracic Society guidelines on diagnostic flexible bronchoscopy. *Thorax.* 2001;56 (Suppl 1):i1-i21.
8. 山岸文雄. 結核対策—院内感染防止対策—. 臨床医. 2000;26:64-67.

9. 力丸 徹, 近藤正治, 大泉耕太郎. 結核菌の滅菌・消毒. 臨床医. 2000;26:80-81.

5 麻酔方法

名古屋市立大学呼吸器内科 佐藤滋樹

本学会編集「気管支鏡 第2版」の該当部分（第IV章 基本手技 D. 局所麻酔, E. リドカイン中毒と対応 (p35~36), 第V章 気管支鏡検査に使用される薬物の動態 (p43~48))も参照されたい。

1. 局所麻酔

麻酔が不十分であると被検者に大きな苦痛を与え、また咳嗽は内視鏡所見を修飾するので麻酔中から咳をさせない努力が必要である。しかし麻酔剤の過量投与は中毒をきたすおそれがあり、さらに中毒とは別に少量でショックを起こすことがあるので対応の準備を要する。

局所麻酔剤として通常リドカインが用いられる。溶液濃度は1~8%までであるが、2%または4%を用いることが多い。高濃度のほうが麻酔効果は高いが、過量投与になりやすい。2006年の本学会安全対策委員会によるアンケート調査（以下アンケート調査）¹では、2%リドカインのみを使用すると答えた施設が54%、4%リドカインのみが20%、2%と4%リドカインの併用が12%であった。

しばしばネブライザーによって咽頭・喉頭の麻酔が行われるが、省略できる。また、対象がミダゾラムとハイドロコドン投与の経鼻挿入症例ではあるが、検査直前のネブライザーによるリドカイン吸入は、総リドカイン投与量を増やすだけで、効果がないという報告がある²。前記アンケート調査¹ではネブライザーとスプレーの両方を使用する施設が49%、スプレーで麻酔する施設が46%であった。経鼻的に挿入する場合、鼻の麻酔はリドカインスプレーよりもリドカインゼリーのほうがよい。アンケート調査¹では気管支鏡の挿入経路として経鼻のみと答えた施設は4%で、欧米と比較して圧倒的に少なかった。また、リドカインを一吹きしたのち急性過敏症状が出ないか3~5分様子をみる方法がある。

よく行われる方法として、4%リドカインでジャクソン型噴霧器などにより咽頭、喉頭、上部気管を麻酔し、その後挿入した気管支鏡の処置チャンネルから2%リドカインを散布して末梢気管支を麻酔する。鉗子チャンネルから直接注入し、空気ですり込む方法と鉗子チャンネルを通したカテーテルより散布/噴霧する方法がある。後者によって、リドカイン使用量、咳嗽誘発が有意に減少した報告がある³。

麻酔の前に、被検者に麻酔の意義と方法を説明し、協力を得ることが大切である。特に麻酔を十分行うことが検査の負担を軽くすることを説明する。義歯と眼鏡をはずさせる。座位で麻酔を行うが、上気道から声帯、気管上部までが「伸展するような」体位が重要である。噴霧器の嘴管先端を確認し、徐々に深部に向けて噴霧していく。霧状の呼気のみられることが1つの目安となる。声帯直上と声門下腔の膜様部は咳嗽反射が強いのでよく麻酔する。気管支鏡を通しての麻酔は、声門、声門下腔、気管、気管支と順次少量ずつ麻酔剤を散布する。咳の出やすいポイントがあるが、特に左右の上葉支への麻酔は咳嗽を抑える（詳細は「気管支鏡 第2版」⁴参照）。急な注入は咳を誘発するので、麻酔剤はゆっくり注入する。過量投与にならないように、散布後の余

剰薬液は吸引除去する。

2. リドカイン投与量と中毒対策

耳鼻咽喉科領域においてはリドカインの局所麻酔使用量は200 mgまでとされるが、気管支鏡検査では全検査を通して平均800 mg以上であったとの報告がある⁵。添付文書上は気管支鏡検査においても、200 mg以内となっている。British Thoracic Society (BTS) のガイドラインでは使用量は8.2 mg/kgまでにとどめるべきとしている⁶。リドカイン使用量を常に意識し過量にならないように注意すること、余剰の麻酔剤を吐き出させる、吸引・回収することが重要である。咽頭・気管内への投与後の吸収は速く、約10分後に最高濃度に達する。下気道では特にリドカインの吸収がよく、静注と匹敵するほどである⁷。飲み込んだリドカインは消化管からも吸収されるが、肝臓で代謝されるため血中濃度への寄与は少ない。アンケート調査¹では、リドカイン投与量の上限を決めている施設は63%あった。リドカイン中毒を起こす血中濃度は3 µg/ml (BTSガイドライン⁶では5 µg/ml)であり、リドカインは肝臓で代謝されるので、特に肝障害のある者、高齢者、体格の小さい被検者では気をつける。Milmanら⁸は体重あたりのリドカイン投与量が血清濃度と相関すると報告した。肝、心機能障害がある者ではリドカイン投与量は5 mg/kgを超えないようにする⁸。

中毒症状は主に中枢神経系、心血管系の症状としてあらわれる。すなわち、応答性の低下、意識障害、振戦、けいれん、血圧低下、徐脈、心筋収縮力低下、刺激伝導系の抑制、心室性不整脈などである。被検者に声をかけながら検査し、応答を確認する。中毒症状が出現したら検査を中止する。酸素吸入、血管確保、補液を行い経過観察する。振戦やけいれんが著明であれば、ジアゼパムまたは超短時間作用型バルビツール製剤を投与する。中毒重症例では心肺蘇生、人工呼吸など救急蘇生処置を要する。

3. 静脈麻酔

近年のセクタ式超音波内視鏡 (EBUS) の使用、治療的気管支鏡の発達に伴い、静脈全身麻酔が用いられるようになり、より複雑な時間のかかる手技が行えるようになった。アンケート調査¹ではほぼ全例局所麻酔で実施している施設が85%であったが、70%前後の症例を局所麻酔で実施していると答えた施設が4%で、必要に応じて全身麻酔を行っている施設があり、今後増加するものと思われる。

静脈麻酔は吸入麻酔のように特殊な機器を必要とせず、麻酔深度も調節しやすい。使用する薬剤として海外文献⁹では、ミダゾラム、プロポフォール、デキサメトミジン、レミフェンタニル、ケタミンなどが紹介されているが、行う検査、治療によっても選択は異なる。ミダゾラムは少量の1回投与法では十分な鎮静 (sedation) を得られないことが多い。したがって、標準必要量の最少量より臨床効果により徐々に増量するが、静脈麻酔剤の治療域は小さくまた患者間の効果の差も大きいので、最適量を維持するのに注意を要する。Crawfordら¹⁰は2 mgを最初に投与し、2分後から1 mg/min ずつ追加していく方法を報告した。Williamsら¹¹は被検者が“軽い睡眠”状態になるまで数分以上かけてゆっくりミダゾラムを静注する方法で、その平均投与量は10.8 mgとなり、337名中9名のみが術中の記憶があったと報告した。麻酔深度は被検者への声かけに対する応答性で判断するが、パルスオキシメーターによる酸素飽和度よりも経皮的二酸化炭素分圧のほうが早く呼吸抑制を検出できるため¹²、酸素飽和度

に加えて経皮的二酸化炭素分圧もモニターすることが望ましい。Crawfordらは最低酸素飽和度の中央値はプロポフォールで83%、ミダゾラムで86%であったと報告した¹⁰。麻酔深度の標準的な客観モニターはなく、専任の監視スタッフがいるなど十分なチーム医療としてなされるべきである。COPD患者、神経筋疾患患者では特に注意を要する。

<参考文献>

1. 丹羽 宏, 棚橋雅幸, 近藤 丘, ほか. 2006年アンケート調査からみた国内における気管支鏡の実態 (2次出版). 気管支学. 2009;31:127-140.
2. Stolz D, Chhajed PN, Leuppi J, et al. Nebulized lidocaine for flexible bronchoscopy: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Chest*. 2005;128:1756-1760.
3. 監崎孝一郎, 近藤和也, 鳥羽博明, ほか. 気管支鏡検査局所麻酔時におけるカテーテルスプレー法と従来法の比較. 気管支学. 2007;29:92-97.
4. 気管支鏡—臨床医のためのテクニックと画像診断. 日本呼吸器内視鏡学会, 編集. 第2版. 東京:医学書院;2008:35-36.
5. 五十嵐孝, 小西晃生, 曾禰原大, ほか. 気管支鏡検査における血中リドカイン濃度. 臨床麻酔. 1994;18:749-752.
6. British Thoracic Society Bronchoscopy Guidelines Committee, a Subcommittee of Standards of Care Committee of British Thoracic Society. British Thoracic Society guidelines on diagnostic flexible bronchoscopy. *Thorax*. 2001;56 (Suppl 1):i1-i21.
7. Wu FL, Razzaghi A, Souney PF. Seizure after lidocaine for bronchoscopy: case report and review of the use of lidocaine in airway anesthesia. *Pharmacotherapy*. 1993;13:72-78.
8. Milman N, Laub M, Munch EP, et al. Serum concentrations of lignocaine and its metabolite monoethylglycinexylidide during fibre-optic bronchoscopy in local anaesthesia. *Respir Med*. 1998;92:40-43.
9. Purugganan RV. Intravenous anesthesia for thoracic procedures. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2008;21:1-7.
10. Crawford M, Pollock J, Anderson K, et al. Comparison of midazolam with propofol for sedation in outpatient bronchoscopy. *Br J Anaesth*. 1993;70:419-422.
11. Williams TJ, Bowie PE. Midazolam sedation to produce complete amnesia for bronchoscopy: 2 years' experience at a district general hospital. *Respir Med*. 1999;93:361-365.
12. Evans EN, Ganeshalingam K, Ebdon P. Changes in oxygen saturation and transcutaneous carbon dioxide and oxygen levels in patients undergoing fibre-optic bronchoscopy. *Respir Med*. 1998;92:739-742.

6 気道出血

大阪府立呼吸器・アレルギー医療センター肺腫瘍内科 笹田真滋

本学会編集「気管支鏡 第2版」の該当部分(第VIII章 診断方法 5 検体採取法と処理方法 B. 直視下検体採取法, C. 末梢病変検体採取法 (p104~125), 第IX章 治療手技 7 咯血と気道分泌物の処理 (p158~159), 第X章 気管支鏡検査のリスクマネージメント C. 合併症とその予防・対策 (p176~181))も参照されたい。

1. アンケート調査結果に関して

本学会の安全対策委員会により2006年1月1日から12月31日までの1年間の気管支鏡検査に関する全国調査(以下2006年アンケート調査)¹が行われており、まずその結果を以下に述べる。診断的気管支鏡による大量出血(300 ml以上, 輸血施行など)の頻度は観察のみ0.02% (3件/12,509件), 鉗子生検1.19% (309件/25,971件), 擦過生検0.18% (48件/26,289件), 気管支洗浄0.01% (2件/25,659件)であった。なかでも鉗子生検で3例に死亡例がみられ, 死亡率は0.012%であった。なお経気管支針生検, BALでは大量出血はみられなかった。治療的気管支鏡による大量出血(300 ml以上, 輸血施行など)の頻度はステント留置0.63% (3件/476件), Nd:YAGレーザー2.44% (4件/164件), 高周波0.69% (1件/145件), マイクロ波0.92% (1件/109件)であった。なかでもNd:YAGレーザーで1例に出血による死亡例がみられ, 死亡率は0.61%であった。なおPDT, バルーン拡張術, アルゴンプラズマ凝固, エタノール注入, 気道異物除去, 気管支充填術では大量出血はみられなかった。気管支鏡検査時の気道出血の対処法に関しては, 気管支鏡の楔入やバルーンカテーテルでの出血部位の圧迫, 冷生食やボスミン, トロンビンなど止血剤の関与気管支内注入, 止血剤の全身投与, 出血部位を下にした体位変換, 片側挿管などであった。

2006年アンケート調査結果より, 診断的気管支鏡で3例, 治療的気管支鏡で1例の死亡例が報告された。診断的気管支鏡では少人数での施行を余儀なくされる場合があり, 急変時の対応が迅速に行えない場合がある。英国の全国調査では生検症例の死亡率は0.12%と報告されており², 2006年アンケート調査では0.012%とそれと比較し低率であった。この結果より本邦の気管支鏡の現場では, 大勢の医師が検査に参加し, 合併症に対処的に確に対処して不幸な事態を回避できている可能性が考えられた。しかし診断目的での気管支鏡の死亡は特に許されざるものであり, これを回避する努力を惜しむべきではない。一方, 治療的気管支鏡においては, 2006年アンケート調査では死亡例は1例の報告であった。治療的気管支鏡はいわゆる呼吸器インターベンションのことを指し, 本学会でもとり上げられることも多いが, 悪条件での侵襲的な処置のため致命的合併症が避けられない場合があるのは事実である。これに対しては, 適応症例の選定や治療方針の決定, 大量出血時への備え(PCPSの準備など)など, 学術集会やセミナーを通じ安全性を担保するための情報の周知が必要である。本項では, 大量出血が致命的となりうる場合を3つに大別し対策を述べる。

(1) 出血自体が大量である場合

中枢病変では気管支動脈瘤や蔓状血管腫を誤って生検した場合が圧倒的に多い。こ

これらの場合には教科書的な冷生食やボスミンの散布やバルーンカテーテルでの圧迫止血³、Nd:YAGレーザー⁴、アルゴンプラズマ凝固（APC）⁵では止血できない可能性が高く、内視鏡のみでの止血に固執せず、第一に気道確保、特に健側肺への血液流入の防止に努めながら気管支動脈塞栓術（BAE）⁶や外科的手術などの準備を進めるべきである。対策としては、中枢気道の表面平滑な隆起性病変に対しては、いきなり生検を行わず鉗子などで圧迫し平坦化するか十分に観察する。装置があれば蛍光内視鏡や超音波内視鏡で観察し粘膜病変、粘膜下病変のいずれか、また充実性病変、脈管病変のいずれかを総合的に判断すべきである。convex型超音波気管支鏡はカラードップラーも搭載しており鑑別に有用と思われる。むろん検査前のCTで異常血管を疑う所見を得た場合には事前に血管造影や3D再構成を行っておく。針穿刺吸引も血管病変では大出血の危険性があるため同様の手順をとることが好ましい。

その他、腎細胞癌、甲状腺癌の気道内転移では血流が豊富で大量出血を引き起こしやすいので、安易に生検を行わないことが重要である。大量出血の処置は軟性気管支鏡よりも硬性気管支鏡のほうが有利であるとされており⁷、易出血性の可視病変の場合にはいざとなれば硬性気管支鏡が行える状況下で生検を行ったほうが安全である。

末梢病変に関しては、動静脈奇形やアスペルギルス症の生検における大量出血には十分注意すべきである。生検前のCTを十分確認しておく。

(2) 合併症を有する場合

合併症により抗凝固剤や抗血小板剤を内服している場合には事前に中止し、検査前に止血機能検査を行う。免疫不全症や肝臓疾患（B型肝炎、C型肝炎など）、腎臓疾患の患者は一見凝固パラメータ（血小板、プロトロンビン時間、部分トロンボプラスチン時間）が正常範囲であっても、止血しにくい場合があり注意が必要である。実際には擦過細胞診のみでも大量出血をきたす場合があり、症例によっては気管支肺胞洗浄のみで検査を終えることも考慮すべきである。その他、高血圧症を持つ症例において、術前、術中の血圧がコントロールされていない場合には、止血機能検査が正常範囲であっても出血しやすくなる。特に咳反射が強い場合にその傾向がみられるため、十分な麻酔と鎮静剤を使用したほうが出血防止の観点からいっても有利である。咳反射が強いと止血操作の際にスコープの楔入が甘くなり、血液の吸い込みによりさらに咳が増加し血圧も上昇、悪循環となる。合併症を持つ症例では通常の診断的気管支鏡においても致死的となる事例の報告があり⁸、出血リスクの少ないデバイス（ブラシなど）から順に使用するのが好ましい。合併症を持つ症例では生検回数を減らすために、術中迅速診断が有用と思われる。

(3) 止血操作による場合

末梢病変の生検で出血した場合、迅速に圧迫止血（wedge technique）を行う必要があるが、この操作が不十分なために緊急事態に陥る可能性がある。一旦手間どってしまうと、視野が悪化し別の気管支に間違えて楔入してしまい、その間に健常肺に血液が流れ込み、低酸素症の助長および咳反射の悪化をきたす。止血操作としては、生検後気管支に楔入したままで吸引をかける方法（continue suctioning）が多く用いられる。しかし生検した気管支の場所によっては楔入しづらい場所も存在するため、continue suctioningの間は吸引チューブに血液が流れて来ているかどうかを常に目で確認し、吸引できていなければスコープの位置を調整しながら適正な位置を保持する。その他の方法として、スコープを一旦中枢寄りの分岐部まですばやく戻し、クロット

が形成されている場合には吸引せず観察のみにとどめ、血液が流れてくる場合には視野を確保しながら血液を吸引し生検部位まで戻る操作が有用である。特に手前にスコープを戻す操作が緩慢だとレンズに血液が付着しそのまま乾燥しとれなくなる場合があるため、常に迅速な操作を心がけることが重要である。レンズが曇って視野がとれない場合にはレンズを膜様部へ擦りつけたり、リドカインや生食でフラッシュしながら視野を確保する。それでも視野がとれない緊急の場合は、X線透視下でスコープを操作しブラインドで生検を行った気管支に楔入する。もしくは一旦抜去しかわりのスコープ（できるだけ大口径のもの）に入れ替える。EBUS-TBNAに用いるconvex型超音波気管支鏡は斜視鏡のため、TBNA針を抜去後に出血で視野がとりづらい場合があり、このような場合にもX線透視下でスコープの位置確認をすると効率的に止血操作が施行できる。

2. 最近の報告など

Shigemuraら⁹は、大量喀血症例において、硬性鏡下での止血処置をルーチンに行わなかった時期（前半：1995～1999年）と行った時期（後半：2000～2005年）の死亡率をhistoricalに比較検討した。前半では49例中27例に外科的手術を行い、うち3例に硬性鏡処置を行った。後半は71例中16例に外科的手術を行い、うち12例に硬性鏡処置を行った。外科手術後の死亡率は前半が15%（4例/27例）であったが、後半は0%（0例/16例）であった。硬性鏡をルーチンに使用した場合に死亡率が減少した理由として、外科的手術前に出血部位を同定できたこと、気道内の凝血塊を摘除したことなどが血行動態の改善につながったためと報告している。

endobronchial Watanabe spigot（EWS）による止血効果が報告されている。EWSはシリコン製の塞栓子で、難治性気胸や有癭性膿胸の気漏を止める目的で開発された¹⁰。症例報告ではあるが、EWSをBAEと併用することで大量喀血の止血処置に成功した報告がある¹¹⁻¹³。

Solomonovら¹⁴はtranexamic acidを経気道的に使用し止血を試みた。tranexamic acidはanti-fibrinolytic agentで潰瘍性大腸炎や直腸出血に直接散布し効果があったと報告されており^{15,16}、これを気道病変に流用した。経気管支生検後の気道出血2例と肺癌からの出血4例に対し気管支鏡下に直接散布、うち4例は吸入を併用し全例止血に成功した。

Kurimotoら¹⁷はガイドシース併用気管支超音波断層法を併用した経気管支生検法を報告し、臨床導入した。本法はガイドシースを気管支に楔入したままで処置を繰り返すことができるため、止血と同時に生検が行える安全性の高い手技であり、特に合併症を持つハイリスク患者に適合していると思われる。

3. おわりに

一般的な気管支鏡は検査目的で行われることがほとんどで、患者死亡は限りなくゼロにしなければならない。近年、蛍光気管支鏡や超音波気管支鏡などの内視鏡関連機器の発達、CT装置の精度向上、硬性鏡使用可能な施設の増加などにより、数年前と比較すると大量出血の発生およびそれによる死亡を回避できる手段は増えており、十分に活用すべきである。また、できるだけ多くの医師が気管支鏡に関わりを持つことも安全管理の面からは重要である。日頃からできるだけ多くの医師、コメディカルが十

分コミュニケーションをとりながら気管支鏡を行うようにしておくと、緊急時にも迅速に対応ができる。

<参考文献>

1. 丹羽 宏, 棚橋雅幸, 近藤 丘, ほか. 2006年アンケート調査からみた国内における気管支鏡の実態 (2次出版). 気管支学. 2009;31:127-140.
2. Simpson FG, Arnold AG, Purvis A, et al. Postal survey of bronchoscopic practice by physicians in the United Kingdom. *Thorax*. 1986;41:311-317.
3. Schramm R, Abugameh A, Tscholl D, et al. Managing pulmonary artery catheter-induced pulmonary hemorrhage by bronchial occlusion. *Ann Thorac Surg*. 2009;88:284-287.
4. Cho YJ, Murgu SD, Colt HG. Bronchoscopy for bevacizumab-related hemoptysis. *Lung Cancer*. 2007;56:465-468.
5. Freitag L. Interventional endoscopic treatment. *Lung Cancer*. 2004;45(Suppl 2): S235-S238.
6. Fernando HC, Stein M, Benfield JR, et al. Role of bronchial artery embolization in the management of hemoptysis. *Arch Surg*. 1998;133:862-866.
7. Lee P, Kupeli E, Mehta AC. Therapeutic bronchoscopy in lung cancer. Laser therapy, electrocautery, brachytherapy, stents, and photodynamic therapy. *Clin Chest Med*. 2002;23:241-256.
8. Zavala DC. Pulmonary hemorrhage in fiberoptic transbronchial biopsy. *Chest*. 1976;70:584-588.
9. Shigemura N, Wan IY, Yu SC, et al. Multidisciplinary management of life-threatening massive hemoptysis: a 10-year experience. *Ann Thorac Surg*. 2009; 87:849-853.
10. Watanabe Y, Matsuo K, Tamaoki A, et al. Bronchial occlusion with endobronchial Watanabe spigot. *J Bronchol*. 2003;10:264-267.
11. Dutau H, Palot A, Haas A, et al. Endobronchial embolization with a silicone spigot as a temporary treatment for massive hemoptysis: a new bronchoscopic approach of the disease. *Respiration*. 2006;73:830-832.
12. 稲田秀洋, 古川欣也, 石田順造, ほか. 再発肺癌にみられた大量気管支出血に対し Endobronchial Watanabe Spigot (EWS) が有効であった1例. 気管支学. 2007;29:111-115.
13. 水野幸太郎, 深井一郎, 遠藤克彦. 気管支動脈塞栓術が無効であった大量咯血に対して気管支塞栓術を施行し奏功した1例. 気管支学. 2008;30:392-395.
14. Solomonov A, Fruchter O, Zuckerman T, et al. Pulmonary hemorrhage: A novel mode of therapy. *Respir Med*. 2009;103:1196-1200.
15. Kondo M, Hotta T, Takemura S, et al. Treatment of ulcerative colitis by the direct administration of an antifibrinolytic agent as an enema. *Hepatogastroenterology*. 1981;28:270-273.
16. McElligott E, Quigley C, Hanks GW. Tranexamic acid and rectal bleeding. *Lancet*. 1991;337:431.

17. Kurimoto N, Miyazawa T, Okimasa S, et al. Endobronchial ultrasonography using a guide sheath increases the ability to diagnose peripheral pulmonary lesions endoscopically. *Chest*. 2004;126:959-965.

7 診断的気管支鏡の合併症と対策（出血，リドカイン中毒の対策は除く）

新潟大学大学院医歯学総合研究科呼吸器内科学分野 各務 博
新潟大学医歯学総合病院医科総合診療部 鈴木栄一

1. 合併症の概要（特殊な合併症を含む）

本学会の認定施設と関連認定施設を対象に行われた，総気管支鏡実施件数 74,770 件の 2006 年アンケート調査¹によれば，診断的気管支鏡の合併症発生率は手技別に，観察のみ 0.52% (65 件/12,509 件)，擦過生検 0.57% (149 件/26,289 件)，鉗子生検 2.5% (650 件/25,971 件)，気管支洗浄 0.18% (45 件/25,659 件)，気管支肺胞洗浄 (bronchoalveolar lavage, BAL) 0.74% (50 件/6,716 件)，経気管支針生検 0.14% (2 件/1,387 件) であった。死亡例は鉗子生検の 3 例 (0.012%) にみられた。観察のみの場合はリドカイン中毒が最も多く (0.21%)，鉗子生検，擦過生検では出血 (1.19%，0.18%)，気胸 (0.62%，0.08%)，肺炎 (0.46%，0.17%) が多数を占めていた。気管支洗浄，BAL では肺炎 (0.11%，0.33%) が最も多く，経気管支針生検では気胸 (0.14%) がみられた。

特殊な合併症として「BAL または TBLB (transbronchial lung biopsy, 経気管支肺生検) による間質性肺炎の急性増悪」を経験した施設は 30 (11%) であった。「気管支鏡による結核，肝炎などの二次感染」は 1 施設 (0.4%) で 1 例みられた。「リドカイン過敏症によるショック」は 28 施設 (10%) で経験していた。その他の特殊な合併症として，下顎脱臼 1 例，たこつぼ心筋症 1 例，脳空気塞栓症 1 例，肺水腫 2 例などが報告されている。

2. 合併症の対策

別項で詳述される出血，リドカイン中毒を除き，主な合併症の対策について述べる。本学会編集「気管支鏡 第 2 版」の該当部分（第 VIII 章 診断方法 5 検体採取法と処理方法 (p103~124)，第 X 章 気管支鏡検査のリスクマネジメント C. 合併症とその予防・対策 (p176~181)) も参照されたい。

(1) 肺 炎

気管支鏡はフタラール，グルタラールアルデヒドなどで洗浄することにより十分な滅菌を得ることができると考えられているが，本来無菌である下気道に達する前に正常細菌叢を有する口腔～上気道を通過するため，常在菌を気管支内に散布し肺炎を起こす危険性がある。予防的抗菌剤投与は一般的に不要と考えられているが，無脾症，人工弁移植術後，心内膜炎の既往がある症例には投与が必要とされている。また，気管支に閉塞や狭窄を伴う症例での生検後には，気道粘膜の浮腫によって感染を引き起こすことがあるため抗菌剤投与が推奨されている。また，予防的抗菌剤投与のタイミングとして British Thoracic Society のガイドラインでは術前投与が推奨されている。

BAL では注入された液は少なからず肺内に残存するため，洗浄部位に一致して新たな陰影が出現する。洗浄液には滅菌生理食塩水を用いるものの，吸引された口腔内分泌物や喀痰がチャンネル内に残り，生理食塩水注入とともに肺胞領域まで押し込まれ

ることで肺炎を惹起する危険性がある。この対策としては、BAL 後に数日間経口抗菌剤と去痰剤を内服させるのが適当であると思われる。

(2) 気胸

鉗子生検、擦過生検の際に生じる気胸は、肺野末梢の病変の生検を試みる際に胸膜に達して起こる場合と、気管支鏡の操作が病変の近傍にあるブラなど気腫性・空洞性病変の破綻を招く場合が考えられる。したがって、胸膜やブラに近い病変を検査する際には注意を要し、以下に述べる TBLB の対応と同様に手技終了後、透視や胸部 X 線写真で気胸がないことを確認することが重要となる。

一般的に、TBLB では大きな血管を傷つけて生じる大量出血を避けるために胸膜近くの肺組織を狙うが、生検鉗子が臓側胸膜に達してこれを破ると気胸を生じる。気胸を避けるためには、X 線透視で胸膜と鉗子の距離を確認すること、患者に胸痛がないのを確認してから生検することが重要である。また、ブラなど気腫性変化の強い部位からの生検は避けたほうがよい。生検後は次の部位に移る前に透視で気胸の有無を確認し、すべての手技が終了した後、胸部 X 線写真で確認することも必要である。わずかな気胸が経時的に増強することもあるので、TBLB は決して両側肺で行ってはならない。気胸がみられた場合の対応は、自然気胸の場合と同様である²。

また、経気管支針生検では、縦隔リンパ節などの穿刺を行う際に穿刺針が縦隔側の胸膜に達することにより気胸を生じるものと考えられる。今後は、超音波気管支鏡 (EBUS) などを用いて穿刺対象および針先を確認することが、このような合併症の減少に寄与できるものと期待される。

(3) 稀な合併症

BAL はびまん性肺疾患を対象に行うため、洗浄液の注入によりさらに低酸素血症をきたすことがあり、そのため心臓や脳の虚血性疾患を合併する可能性がある。その予防のためには、術前に動脈血ガス分析による評価を行い、術中はパルスオキシメーターによる経皮酸素飽和度のモニターと、必要により酸素吸入を行う。BAL 後も注入液の残存により、低酸素血症が持続することがあるので注意が必要である。さらに、稀ではあるが、BAL や TBLB による慢性間質性肺炎の急性増悪の報告もあり、術後も十分な注意と観察が必要である。一般的に、急性増悪は間質性肺疾患のなかでも特発性肺線維症 (idiopathic pulmonary fibrosis, IPF) に多いとされており、呼吸機能低下例ではさらにリスクが高い。したがって、臨床情報と画像所見で IPF と確定診断ができるような場合は、BAL、TBLB で得られる情報という利益と急性増悪などのリスクを十分に勘案した後に行うべきである。

<参考文献>

1. 丹羽 宏, 棚橋雅幸, 近藤 丘, ほか. 2006 年アンケート調査からみた国内における気管支鏡の実態 (2 次出版). 気管支学. 2009;31:127-140.
2. 鈴木栄一. びまん性肺疾患に対する TBLB, BAL—その基本と手技—. 気管支学. 2001;23:626-630.

8 治療的気管支鏡の合併症と対策 1

東北大学加齢医学研究所呼吸器外科学分野 岡田克典

1. 高周波

熱による組織の切開，蒸散，凝固によって気道内の腫瘍の切除や狭窄部の拡大を行う治療法であり，原理は電気メスと同様である．原理，装置と処置具，適応と注意点などに関しては，「気管支鏡 第2版」第IX章 治療手技 4 高周波治療 (p140～143) を参照されたい．

(1) 2006年アンケート調査より

高周波治療は，2006年1年間で145件行われ，375回答施設中55施設(15%)で行われていた．1施設あたりの件数は1～12件(平均2.6件)であった．軟性鏡のみを用いた治療が117件と全体の80%を占め，残りが硬性鏡(+軟性鏡)を用いた治療であった．治療による死亡はなく，合併症としては出血(300ml以上または輸血を要したものが1件(0.69%)あった．

(2) 最近の知見

高周波治療に用いる器具は，レーザー治療に用いるものよりも一般に安価で小型であることから，気道内腫瘍の焼灼に関し最近では前者が好んで用いられる傾向にある¹．Tremblayらは，気道内病変の238回の診断的気管支鏡下生検において，高周波鉗子を用いたいわゆるホットバイオプシーは，通常の生検鉗子を用いた場合よりも出血をきたす頻度が少なく，なおかつ生検標本の病理診断率を損なうことがなかったことを報告している²．治療のみならず診断的ツールとしても有用であるとの報告であり興味深い．

2. PDT

PDTの適応は早期肺癌であり，光感受性物質投与後に，それを励起する低出力レーザー光を病巣へ内視鏡的に照射し，この際に発生する活性酸素によって癌組織を変性・壊死に陥らせる治療である．原理，方法，適応，治療成績，副作用などは，「気管支鏡 第2版」第IX章 治療手技 3 光線力学的治療 (p136～139) を参照されたい．

(1) 2006年アンケート調査より

PDTは，2006年1年間で40件行われ，375回答施設中11施設(3%)と限られた施設で行われていた．1施設あたりの件数は1～10件(平均3.6件)であった．軟性鏡のみを用いた治療が30件と全体の75%を占め，残りが硬性鏡(+軟性鏡)を用いた治療であった．ただし，硬性鏡(+軟性鏡)を用いた施設は1施設にとどまっていた．治療による死亡はなく，合併症としては肺炎1件(2.5%)，気管支喘息1件(2.5%)であった．

(2) 最近の知見

光感受性物質として従来より用いられてきたポルフィマーナトリウムに加え，2004年からはタラポルフィンナトリウムも早期肺癌に対するPDT用薬剤として保険収載された．後者は，PDT後の遮光期間が短くて済む特徴があり，治療の簡便性という点で優れている．今後，治療効果などに関する報告が待たれる．

PDTに関する最近のレポートとしては、Endo らが、長軸進展が 10 mm 以下など一定の適応基準を満たす X 線無所見肺癌症例 48 例に対する治療効果を、完全寛解率 94% と報告しており、一定の適応を満たす X 線無所見肺癌症例に対しては、PDT が第一選択の治療となりうると述べている³。

3. 異物除去

気道異物は、3 歳以下の小児と高齢者に多く発生し、内視鏡的摘出が基本的な治療である。病態、摘出手技、合併症などは、「気管支鏡 第 2 版」第 IX 章 治療手技 9 異物除去 (p165~168) を参照されたい。

(1) 2006 年アンケート調査より

気道異物除去は、2006 年 1 年間で 110 件行われ、375 回答施設中 57 施設 (15%) で行われていた。1 施設あたりの件数は 1~10 件 (平均 1.9 件) であった。すべて軟性鏡のみを用いた治療であった。治療による死亡および合併症はなかった。

(2) 最近の知見

最近のレポートとして、中国から 1,027 例の小児の気道異物に対する気管支鏡下異物除去の報告がなされている。大半の症例は経鼻的に気管支鏡が挿入されており、1,027 例中 938 例 (91.3%) で気管支鏡下の異物除去が可能であったとされている⁴。

4. ステント

良性・悪性の気道狭窄が主な適応であり、この他気管気管支瘻などに用いられる場合もある。適応、留置法、ステントの種類などについては、「気管支鏡 第 2 版」第 IX 章 治療手技 6 気道ステント (p149~157) を参照されたい。

(1) 2006 年アンケート調査より

ステント留置は、2006 年 1 年間で 476 件、375 回答施設中 120 施設 (32%) で行われており、治療的気管支鏡としては、件数、実施施設数ともに最多であった。1 施設あたりの件数は 1~53 件 (平均 4 件) であった。軟性鏡のみを用いた治療が 242 件と全体の約半数であり、残りが硬性鏡 (+軟性鏡) を用いた治療であった。ただし、硬性鏡 (+軟性鏡) を用いた施設は 29 施設 (24%) にとどまっており、硬性鏡を用いる施設では施設あたりの施行件数が平均 8.1 件と、軟性鏡のみを用いる施設の 2.7 件を大きく上回っていた。治療による死亡はなく、合併症としては肺炎を 2 件 (0.42%)、呼吸不全を 1 件 (0.21%)、出血 (300 ml 以上または輸血を要したものを) を 3 件 (0.63%)、穿孔を 2 件 (0.42%) に認めた。

(2) 最近の知見

既に本学会ホームページのトップページに掲載されているように、米国 FDA から、良性気道狭窄に対する金属性気管ステント留置に関わる勧告が発表されている。詳しくは、本学会ホームページ上の PDF ファイルを参照されたい。

近年では、様々なタイプのステント治療が多数報告され、今後臨床応用可能なステントの種類が増加していくと思われる。

<参考文献>

1. Beamis JF Jr. Interventional pulmonology techniques for treating malignant large airway obstruction: an update. *Curr Opin Pulm Med*. 2005;11:292-295.

2. Tremblay A, Michaud G, Urbanski SJ. Hot biopsy forceps in the diagnosis of endobronchial lesions. *Eur Respir J*. 2007;29:108-111.
3. Endo C, Miyamoto A, Sakurada A, et al. Results of long-term follow-up of photodynamic therapy for roentgenographically occult bronchogenic squamous cell carcinoma. *Chest*. 2009;136:369-375.
4. Tang LF, Xu YC, Wang YS, et al. Airway foreign body removal by flexible bronchoscopy: experience with 1027 children during 2000-2008. *World J Pediatr*. 2009;5:191-195.

9 治療的気管支鏡の合併症と対策 2

香川県立中央病院呼吸器外科 青江 基

1. 合併症の概要

近年の機器の進歩より、いろいろな治療手段が気管支鏡下においても臨床使用が可能となってきた。しかし、治療を安全に行うためには、治療手段の特徴を把握し、合併症を予想、事前に対策を立てておくことが重要である。いかなる治療的気管支鏡検査においても施行にあたってはパルスオキシメーターによる SpO₂ のモニタリングは必須であり、軟性気管支鏡のみの使用であっても気管内挿管、酸素投与、救急セットなど、急変に対処できる最小限の準備が望ましい。

2. レーザー治療

高出力エネルギーであるレーザーの光を目的とする病変部分に照射し、組織の昇華(熱蒸散)、焼灼(熱凝固)、壊死によって気道内の腫瘍切除や狭窄部の拡大を行う治療法である。現在、用いるレーザー光(発生装置)は、Nd:YAG レーザー、DIODE 半導体レーザー、Ho-YAG レーザーなどがあるが、2006 年アンケート調査では、Nd:YAG として一括にまとめられている。原理、装置と処置具、適応と注意点などに関しては、「気管支鏡 第2版」第 IX 章 治療手技 2 レーザー照射による焼灼・昇華治療(p129~135)を参照されたい。

(1) 2006 年アンケート調査より

Nd:YAG レーザー治療は、2006 年 1 年間で 164 件行われ、375 回答施設中 44 施設(12%)で行われていた。1 施設あたりの件数は 1~13 件(平均 3.7 件)であった。軟性鏡のみを用いた治療が 134 件(39 施設)と全体の 82%(施設割合 89%)を占め、残りが硬性鏡(+軟性鏡)を用いた治療であった。治療による死亡は、気管腫瘍に対してレーザー照射中に大量出血をきたした 1 件のみであった。合併症としては出血(300 ml 以上または輸血を要したもの)が最も多く、4 件(2.44%)、次いで肺炎 1 件(0.61%)、呼吸不全 1 件(0.61%)であった。また、気管支鏡および周辺機器の破損については、レーザー先端の発火が 1 件、先端の発熱による融解が 1 件報告されている。

(2) 最近の知見

レーザーによる組織の昇華効果は非常に強く、瘢痕による良性狭窄などに対しても効果があるが、その長期的効果について Rahman らが、115 例(うち 98 例にレーザー治療が施行)の長期フォローをまとめて、良好な成績を報告している¹。また最近、良性疾患に対するレーザー治療の応用として、気管支鏡下に肺膿瘍壁をレーザーで穿破し、気道内に排膿する治療も報告されている²。一方、悪性疾患による気道狭窄に対するレーザー治療の評価として、Amjadi らは気道開存率のみならず患者の QOL の面からも有効であると報告している³。

3. アルゴンプラズマ凝固

高周波電流によりイオン化されたアルゴンプラズマを用いて局所を凝固する方法で、止血や気道内の腫瘍の凝固、それによる狭窄部の拡大を行う治療法である。レー

ザーによる治療と比較して、効果の深達度が浅く、組織を昇華する効果は低い、穿孔の危険性は比較的少ない。アルゴンガスの併用により局所の酸素濃度は低くなるため異常発火の危険性もレーザー治療と比較して低い。接線方向の病変に対しても照射可能で、凝固効果は高い。原理、装置と処置具、適応と注意点などに関しては、「気管支鏡 第2版」第XII章 その他 5アルゴンプラズマ・コアギュレーションによる病巣凝固法 (p264~265) を参照されたい。

(1) 2006年アンケート調査より

アルゴンプラズマ凝固は、2006年1年間で120件行われ、375回答施設中30施設(8%)で行われていた。1施設あたりの件数は1~25件(平均4件)であった。軟性鏡のみを用いた治療が73件(24施設)と全体の61%(施設割合80%)を占め、硬性鏡と軟性鏡を用いた治療が47件(6施設)であった。治療による死亡はなく、合併症としては肺炎1件(0.83%)、呼吸不全1件(0.83%)であった。

(2) 最近の知見

アルゴンプラズマを用いた治療は、止血凝固効果に優れ、気管支壁の接線病変にも効果的に照射できること、高出力レーザーに比較して機器が比較的安価なことなどより、近年使用される頻度が多くなっている⁴。しかし、効果深達度が浅いといっても膜様部など壁の薄い場所の病変に対しては穿孔に、さらに高濃度の酸素吸入時の異常発火などには注意が必要である。また、Feller-Kopmanらは、アルゴンプラズマのガス流により病巣部よりガスが血管内に流入し、治療後に空気塞栓を発症する可能性があることを、動物実験⁵および臨床症例⁶において報告しており、本邦で2006年には報告がないものの、注意が必要である。

4. マイクロ波

マイクロ波によって誘導された分子の振動により、局所に熱を生じさせる。その熱による組織の切開、蒸散、凝固によって気道内の腫瘍の切除や狭窄部の拡大を行う治療法である。マイクロ波が周波数2,450 MHzに対して高周波治療に用いられる周波数が4~80 MHzと違いがあるが⁷、発熱原理はほぼ同じである。原理、装置と処置具、適応と注意点などに関しては、「気道をめぐる治療手技」⁷ p117~122 を参照されたい。

(1) 2006年アンケート調査より

マイクロ波は、2006年1年間で109件行われ、375回答施設中10施設(3%)で行われていた。1施設あたりの件数は1~39件(平均10.9件)であった。軟性鏡のみを用いた治療が99件(9施設)と全体の91%(施設割合90%)を占め、残りが硬性鏡(+軟性鏡)を用いた治療であった。治療による死亡はなく、合併症としては呼吸不全1件(0.92%)、出血1件(0.92%)、気道閉塞の増悪1件(0.92%)であった。

(2) 最近の知見

気管支鏡下に使用可能なマイクロ波電極は、腫瘍への穿刺が可能なneedle型と、側面の凝固に使いやすいbowl型の2種類(それぞれ太さ2.4 mm, 1.8 mm)があったが、より凝固範囲が広い長球bowl型電極が開発された⁸。瀬戸らは、マイクロ波による治療が、高濃度酸素投与下でも異常発火を起こす危険性が少なく、機器も比較的安価なことより、安全性・治療効果からも優れていると報告している⁹。

5. エタノール注入

エタノール自身が強い組織固定作用を持っており、局所にエタノールを注入することにより止血、腫瘍組織の凝固壊死が期待され、気道内の腫瘍の除去や狭窄部の拡大を行う治療法である。

原理、装置と処置具、適応と注意点などに関しては、「気管支鏡 第2版」第XII章 その他 4薬物注入（p260～263）を参照されたい。

(1) 2006年アンケート調査より

エタノール注入は、2006年1年間で116件行われ、375回答施設中26施設(7%)で行われていた。1施設あたりの件数は1～15件(平均4.5件)であった。すべての施設で軟性鏡のみを用いて治療が行われていた。治療による死亡はなく、合併症としては肺炎2件(1.72%)であった。

(2) 最近の知見

エタノール注入療法は、レーザー治療のような即効性はないが、強力な組織固定作用により止血、腫瘍増殖抑制効果がある。局注するため一時的に気道狭窄は増悪するが、1カ所の注入量を0.3ml程度、1回の使用総量を3～4mlに制限し、2～3日後壊死した組織を除去することの繰り返しで狭窄を解除する¹⁰。壁外性の狭窄病変などには適さないが、易出血性の気管支内病変には効果的である。局注したエタノールの気道内漏出により、咳嗽を誘発する。また、全身麻酔筋弛緩剤併用下に肺末梢にエタノールを注入すると出血性肺炎が惹起されることが報告されており、注意が必要である¹¹。また、気管支瘻に対して、瘻孔周辺組織にエタノールを注入し瘻孔を閉鎖することができたとする報告もある¹²。

<参考文献>

1. Rahman NA, Fruchter O, Shitrit D, et al. Flexible bronchoscopic management of benign tracheal stenosis: long term follow-up of 115 patients. *J Cardiothorac Surg.* 2010;5:2.
2. Shlomi D, Kramer MR, Fuks L, et al. Endobronchial drainage of lung abscess: the use of laser. *Scand J Infect Dis.* 2010;42:65-68.
3. Amjadi K, Voduc N, Cruysberghs Y, et al. Impact of interventional bronchoscopy on quality of life in malignant airway obstruction. *Respiration.* 2008;76:421-428.
4. Tremblay A, Marquette CH. Endobronchial electrocautery and argon plasma coagulation: a practical approach. *Can Respir J.* 2004;11:305-310.
5. Feller-Kopman D, Lukanich JM, Shapira G, et al. Gas flow during bronchoscopic ablation therapy causes gas emboli to the heart: a comparative animal study. *Chest.* 2008;133:892-896.
6. Reddy C, Majid A, Michaud G, et al. Gas embolism following bronchoscopic argon plasma coagulation: a case series. *Chest.* 2008;134:1066-1069.
7. 気道をめぐる治療手技—各種インターベンションのすべて. 白日高歩, 小林紘一, 宮澤輝臣, 編集. 東京: 医学書院; 2007.
8. 杉本幸弘, 千場 博, 藤井慎嗣, ほか. 癌による主気管支閉塞で生じた一側完全無気肺に対してマイクロ波腫瘍凝固療法により一葉以上の含気を回復した

- 11 例の検討. 気管支学. 2008;30:65-69.
9. 瀬戸貴司, 千場 博, 内村明光. マイクロウェーブ内視鏡電極“長球型”TE-24BLの気道内腫瘍凝固術への応用経験. 気管支学. 2004;26:39-42.
10. 藤沢武彦, 山口 豊, 本郷弘昭, ほか. 中枢気道内悪性腫瘍に対するエタノール注入療法の効果. 気管支学. 1986;8:251-257.
11. 澤 祥幸, 吉田 勉, 生駒哲朗, ほか. ビデオ内視鏡を用いた気管支内悪性腫瘍に対する経気管支エタノール注入療法の検討. 癌と化学療法. 1999;26:1865-1868.
12. Takaoka K, Inoue S, Ohira S. Central bronchopleural fistulas closed by bronchoscopic injection of absolute ethanol. *Chest*. 2002;122:374-378.