

手引き書
—呼吸器内視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. 3.0)
2013年4月改訂

〈序 文〉

手引き書—呼吸器内視鏡診療を安全に行うために— 第3版改訂にあたって

日本呼吸器内視鏡学会安全対策委員会
委員長 浅野文祐

手引き書「気管支鏡検査を安全に行うために」は、日本呼吸器内視鏡学会安全対策委員会によって作成され、2005年にホームページ上に公開されました。その後、2007年に施行した全国調査内容を加え、2008年に日本呼吸器内視鏡学会が出版した「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、手引き書「気管支鏡診療を安全に行うために」として、2010年に第2版を公表しました。

安全対策委員会はさらに「2010年呼吸器内視鏡全国調査」として新たに、病変、手技別の合併症、EBUS-TBNAや局所麻酔下胸腔鏡のような新しい手技の実態、静脈麻酔の併用頻度など、多岐に渡る項目の調査を2011年に行い、数多くの新たな知見を得ました^{1,3}。この調査は日本呼吸器内視鏡学会認定、関連施設を対象としたものですが、先生方のご協力により回収率は95%（症例調査表の回収率は89.9%）と前回の調査より高率であり、その結果は日本における呼吸器内視鏡診療の現状をより正確に反映していると思われます。そこで今回、調査によって得られた知見や、2010年以降新たに発表されたエビデンスを加えて、3回目の改訂を行いました。

呼吸器内視鏡診療分野には、残念ながらランダム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。このため本手引き書には、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。しかし呼吸器内視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、2010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。

本改訂版が、第1, 2版と同様に、「呼吸器内視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。

〈参考文献〉

1. Asano F, Aoe M, Ohsaki Y, et al. Deaths and complications associated with respiratory endoscopy: a survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy in 2010. *Respirology*. 2012;17:478-485.
2. 浅野文祐, 青江 基, 大崎能伸, ほか. 2010年全国アンケート調査からみた呼吸器内視鏡の合併症 (2次出版). *気管支学*. 2012;34:209-218.
3. Asano F, Aoe M, Ohsaki Y, et al. Bronchoscopic practice in Japan: A survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy in 2010. *Respirology*. 2013;18: 284-290.

〈目 次〉

1	呼吸器内視鏡診療の体制	4	浅野文祐
2	気管支鏡検査前の安全対策	6	大崎能伸
3	検査中，検査後の安全対策	15	藤野昇三
4	気管支鏡と感染対策	18	千場 博
5	麻酔方法	23	佐藤滋樹
6	気道出血	27	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)	30	各務 博，鈴木栄一
8	治療的気管支鏡の合併症と対策 1	35	岡田克典
9	治療的気管支鏡の合併症と対策 2	39	青江 基
10	局所麻酔下胸腔鏡の合併症と対策	43	福岡和也

1 呼吸器内視鏡診療の体制

岐阜県総合医療センター呼吸器内科 浅野文祐

1. 人 員

2010年全国調査¹によると、施設に常勤している日本呼吸器内視鏡学会専門医（非指導医）は平均1.6名、指導医は平均1.6名であった。診断的気管支鏡、治療的気管支鏡時に参加するスタッフは、それぞれ医師3.6名、3.7名、看護師1.6名、1.7名、技師0.7名、0.7名であった。看護師が参加していない施設はそれぞれ8施設（1.7%）、10施設（2.2%）で、2006年（それぞれ2%、1%）の調査²と変わりなかった。技師が参加していない施設はそれぞれ168施設（36.1%）、159施設（37.1%）であった。British Thoracic Society（BTS）ガイドライン³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であるとしている。2006年の調査と同様に、大多数の施設で参加人数は十分であるが、医師が助手を務めることにより3名以上の人数をそろえて安全性を確保していると思われ、今後、気管支鏡に精通した看護師の育成が重要と思われる。

2. 新たな手技に関する機器

普及しつつある新しい手技に使用される機器として、2010年全国調査¹では、外径4mm以下の気管支鏡は約57.3%、3mm以下の気管支鏡は43.6%、局所麻酔下胸腔鏡検査に使用するセミフレキシブル胸腔鏡は36.7%、EBUS-TBNA（endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration）に使用されるconvex型気管支腔内超音波装置は28.5%の、日本呼吸器内視鏡学会認定施設および認定関連施設で使用されていた。蛍光気管支鏡、NBI（narrow band imaging）装置、radial型気管支腔内超音波装置の使用率は20%前後であった。同調査¹によると1年間のEBUS-TBNA、radial型EBUSの症例はそれぞれ3,689件、3,853件行われており、今後さらに急増すると思われる。

3. 教 育

2010年全国調査¹では、気管支鏡の新しい手技のハンズオンについて、手技の取得、安全対策のために、必要と考えスタッフが学会および関連研究会のハンズオンに参加した施設が285（56.8%）、必要と考えるが誰も参加していないが204（40.6%）、必要とは思わないが13（2.6%）であった。EBUS-TBNAのような新しい手技は、診断、治療成績の向上のためにはトレーニングが必要であり^{5,6}、また合併症¹を予防するためにも、ハンズオン、セミナーなどでのトレーニング、さらに施設内での教育体制が重要である。

日本呼吸器内視鏡学会のホームページや気管支学に「気管支鏡診療を安全に行うためにver. 2.0」という手引き書が掲載されていることを知っている施設が454（89.9%）で、その中で手引き書を参考としている施設は422（93.0%）であった。2006年の調査時²にはそれぞれ68%、82%であったことを考えると着実に浸透している。さらなる啓発と定期的な内容のアップデートが必要と思われる。

<参考文献>

1. Asano F, Aoe M, Ohsaki Y, et al. Bronchoscopic practice in Japan: A survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy in 2010. *Respirology*. 2013;18:284-290.
2. 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.
3. 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.
4. Asano F, Aoe M, Ohsaki Y, et al. Deaths and complications associated with respiratory endoscopy: a survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy in 2010. *Respirology*. 2012;17:478-485.
5. Ernst A, Silvestri GA, Johnstone D, et al. Interventional pulmonary procedures: Guidelines from the American College of Chest Physicians. *Chest*. 2003;123:1693-1717.
6. Ost DE, Ernst A, Lei X, et al. Diagnostic yield of endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration: results of the AQUIRE Bronchoscopy Registry. *Chest*. 2011;140:1557-1566.

2 気管支鏡検査前の安全対策

旭川医科大学病院呼吸器センター 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少ない。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、抗菌薬の投与などについて述べる。

なお、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¹。

2. 問 診

気管支鏡検査を施行する前には、既往歴の聴取、現在治療を受けている疾患名、投薬内容に注意して問診を行う。呼吸器疾患、循環器疾患、脳血管疾患、肝疾患の合併、抗凝固薬の内服、その他の薬剤の内服、局所麻酔薬に対するアレルギーの有無については特に注意して聞きとるように心がける。呼吸器疾患では原疾患を把握するとともに、気管支喘息、COPDの有無について注意する。循環器疾患や脳血管疾患により治療している患者では、不整脈、狭心症の既往、抗凝固薬内服の有無について確認する。肝疾患や血液疾患で治療している場合では、凝固異常の有無や出血傾向についての問診が重要である。

2010年の本学会での調査²では、気管支鏡検査の説明にクリティカルパスを利用している施設は、ほぼ全例に使用する施設が45.7%、70%程度の症例に使用する施設が12.1%、50%前後の症例に使用する施設が7.2%、ほとんど使用しない施設が15.5%、作成していない施設が19.7%であった。また、文書による説明と同意書の取得は96.8%の施設で行われていた。術前に患者に検査目的や検査の内容をわかりやすく説明することは、気管支鏡検査の忍容性を高めるとされている³。

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⁴では、気管支喘息は気管支鏡の禁忌とはされず、気管支拡張薬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1秒量の減少の程度はメサコリン吸入試験での1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2010年アンケート調査²では、気管支喘息発作の危険性のある症例に気管支鏡検査を行う時は、76.2%の施設で気管支拡張薬やステロイドを使用するとし、23.8%は薬剤を使用していないとしている。この割合は2006年の調査とほとんど変わらない^{5,6}。

気管支鏡の重大な合併症に出血があげられる。特に、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時は、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。このような出血リスクが高い患者において組織検査が必要な時は、バイオプシーのかわりにブラッシングやBALを考慮する。抗血小板薬や抗凝固薬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。

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副側血行路の血流が増加しているため、ともに末梢細血管レベルの出血でも出血が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、検査前には胸部X線写真の撮影がすすめられる。Diaz-Guzmanら⁷は、45例の肺高血圧症例と45例のコントロール群でBAL、経気管支生検、経気管支針生検を行い、出血を含めた合併症の頻度に差がなかったと報告している。肺高血圧症は絶対的な禁忌とはならないのかもしれない。

年齢によって気管支鏡検査の適応が制限されることはない^{3,8,9}。しかし、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後の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時は、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週間後になると、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

抗血小板療法、抗凝固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。2010年の調査では抗血小板薬、抗凝固薬の休薬による血栓塞栓症が8例報告されており、0.008%の発症率であった²。また、薬剤の中には中止、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、危険性を理解するための参考と位置づけてほしい。

血液抗凝固療法を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上で、適当な中止期間をおいてから検査することが望ましい。Ernstら¹⁰は、クロピドグレル（プラビックス®）投与中の患者に対する経気管支鏡的生検では、出血する頻度と出血量ともに有意にコントロール群を上回り、特にアスピリン併用患者ではさらに出血量が多かったと報告した。気管支鏡で操作を加える場合は、クロピドグレルは5~7日前から休薬すべきであるとしている。アスピリン単独で使用されている場合は、経気管支鏡的生検時の出血の頻度や量を増加させないと報告されている¹¹。

2010年の調査では²、抗血小板薬を使用している患者では、96.7%の施設で休薬ある

いは変更して生検を行い、2.2%で休薬せずに施行、1.2%で生検を行わないとされている。また、抗凝固薬に関しては、97.4%が休薬または変更して生検を行い、0.4%で休薬せずに施行、2.2%で生検を行わないとされた。2006年の調査⁵と比較して、休薬期間において生検すると回答した施設が増加している。

薬剤の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よい。表1に代表的な抗血小板薬と抗凝固薬の手術時における中止期間の目安を示す。

内視鏡検査時の血液抗凝固療法の変更や中止は、方針を明確に示せるような単純な事項ではない。内視鏡を用いた医療行為では出血のリスクをなくすることができず、出血は血液抗凝固療法を行っていないなくても発生する。また、血液抗凝固療法の中止や変更では血栓症の発生リスクが高まる。この相反する合併症はそれぞれ薬剤の有無と関連しない状況でも発生する可能性があるため、明確な方針を提示することが難しい。

消化器内視鏡での出版されている最新のガイドラインでは¹²検査手技を、低リスク検査の場合、高リスク検査を低血栓症リスク患者に行う場合、高リスク検査を高血栓症リスク患者に行う場合に分類して、リスクに応じて管理するように記載されている。低リスク検査では、薬剤を使用したままでINRをチェックして検査を行う。低血栓症リスク患者に行う高リスク検査では、ワーファリン[®]を5日間中止して検査前のINRは1.5未満を確認し、検査当日からワーファリン[®]を再開する。クロピドグレルが投与されている場合は7日前から中止し、アスピリンが併用されていなければアスピリンを投与する。高血栓症リスク患者に行う高リスク検査では、ワーファリン[®]を低分子ヘパリンに変更する。クロピドグレルは血栓のリスクが高ければ中止しないとされる。クロピドグレルを中止した場合は検査当日の朝から再開する。2012年に出版された日本消化器内視鏡学会の「抗血栓薬服用者に対する消化器内視鏡診療ガイドライン」では、抗血栓薬の休薬による血栓塞栓症の誘発にも配慮されている¹³。

気管支鏡検査では、消化器内視鏡と出血した際のリスクが異なるため、症例ごとに術前の血栓形成と出血のリスクの兼ね合いを評価した上での対策が必要と思われる。

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

血液検査と凝固系の検査は患者のリスクに応じて行うことが望ましい^{14,15}。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ため、血液凝固能の検査が推奨される。

2010年アンケート調査²によると、術前の血液一般検査と生化学検査は87.2%の施設で全例に行われ、11.8%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¹⁶。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。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。1 秒率が 50% 以下または 1 秒量が 1 l 以下の重症閉塞性肺疾患患者では、術前に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^{4,17}。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)、1 秒率 (FEV_{1.0}%)、1 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² 18.3%の施設で全例に、70.9%の施設で症例に応じて呼吸機能検査が行われている。動脈血ガス分析は、9.3%の施設で全例、79.2%で症例に応じて行われ、94.5%で全例にパルスオキシメーターにより SpO₂ が測定されている。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。

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。そ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が、術前のルーチン検査とはされていない^{18,19}。心電図は 64.6%の施設で全例に、32.8%で症例に応じて行われている²。

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。2010 年アンケート調査では²、血液凝固能の検査は 64.5%の施設で全例に、32.0%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, インターフェロン遊出試験 (interferon-gamma release assay, IGRA)
(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、患者の同意が必要な場合がある。2010 年アンケート調査²では、77%の施設で術前に HBV, HCV のスクリーニングが行われており、梅毒検査は 68.9%で全例に行われていた。

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[®] 検査などの IGRA 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。2010 年の調査では²、喀痰結核菌検査は 17.0%の施設で全例に行い、ツベルクリン反応は 37.7%、クオンティフェロン[®] は 66.7%で症例に応じて行われていた。

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. 硫酸アトロピンの前投与

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⁴。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時は、急性緑内障の発症に十分注意する。

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、最近は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⁵では 92%の施設で硫酸アトロピンが使用されていたが、2010 年の調査では² 31.2%に全例に、41.8%で症例を選択して使用する、に減少した。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²⁰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薬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。

2009 年に報告された、1,000 例が登録された抗コリン薬の効果を検討した比較試験では、アトロピン 0.01 mg/kg を 339 例、グリコピロレート（ロビナール[®]）0.005 mg/kg を 336 例、プラセボを 325 例に投薬して、気道分泌液量、咳嗽、苦痛、酸素飽和度の変化、検査時間、合併症について検討した²¹。その結果、グリコピロレートでは気管支鏡検査者の記載による気道分泌液量が減少したが、アトロピンでは変化しなかった。そのほかは、咳嗽、苦痛、酸素飽和度、患者の記載による気道分泌液量などの変化はなかった。抗コリン薬の前投与により血圧と心拍数が有意に増加した。これらの結果から、抗コリン薬は不要であるばかりでなく、有害である可能性があると結論した。

Cowl ら²²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，さらに局所麻酔薬の使用量や，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。

Williams ら²³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て評価したが，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，現在では硫酸アトロピンは必要な前投薬とは考えられなくなっているだけでなく，有害である可能性も示唆されている。アトロピンは禁忌症例や慎重投与症例があり，比較試験で有用性が示されていないので投与は推奨しない。

11. 検査時の抗菌薬の使用

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。よって予防的抗菌薬投与は一般的に不要である⁴が，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^{24,25}。

気管支鏡検査時に抗菌薬を投与した比較試験のうち，Kanazawa は²⁶ 913 例を，3 日間アジスロマイシン（ジスロマック[®]）を 500 mg/日，3 日間セフカペンピボキシル（フロモックス[®]）300 mg/日，無投与の 3 群で比較し，アジスロマイシン群で有意に気道感染症の発症が少なかったと報告した。気道感染症を発症した症例はすべて気管支鏡で異常所見があった症例である。この結果により，アジスロマイシンは気管支鏡検査に続発する気道感染症の予防に有効であると結論した。Park ら²⁷ は，143 例をアモキシシリン/クラバン酸投与群と非投与群に分けて，検査後の発熱について検討した。その結果，アモキシシリン/クラバン酸は気管支鏡検査後の発熱を減少させないと結論した。両者は検討項目，使用する抗菌薬，試験デザイン，症例数などが異なる臨床研究である。

2010 年の調査では²，予防的抗菌薬の使用をしている施設は 42.3%で，そのうち全例に行っている施設は 48.6%，症例を選択して使用している施設が 51.4%であった。投与時期は気管支鏡検査後が 90.5%であった。

経鼻的，経口的のどちらの挿入でも気管支鏡に鼻腔や口腔内の細菌が付着する²⁸。そのまま気管支鏡は下気道に挿入されるため，下気道感染症のリスクを考慮しないことはできない。したがって，気管支鏡検査における抗菌薬の使用は，症例ごとの易感染性，気道病変の程度や種類，感染を合併した時の難治性などに応じて考慮すべきと思われる。特に，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，抗菌薬の投与を考慮する必要がある¹⁶。年齢，基礎疾患や EBUS-TBNA，TBLB などの検査手技によっても抗菌薬の投与を考慮する。使用する抗菌薬の種類について推奨できる根拠は乏しいが，いずれの薬剤でも体内の薬効動態を考慮した理論的な使用が望まれる。

表 1. 代表的な抗血小板薬と抗凝固薬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	ベルサンチン®	1日
トラピジル	ロコルナール®	1日
塩酸ジラセブ	コメリアン®	1日

<参考文献>

1. 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.
2. Asano F, Aoe M, Ohsaki Y, et al. Deaths and complications associated with respiratory endoscopy: a survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy in 2010. *Respirology*. 2012;17:478-485.
3. Shulimzon TR, Israel Lung Association Task Force. Flexible bronchoscopy in Israel 2010: evidence-based clinical practice guidelines for the adult patient. A concise summary of the recommendations of the Israel Lung Association Task Force. *Isr Med Assoc J*. 2010;12:69-73.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Diaz-Guzman E, Vadi S, Minai OA, et al. Safety of diagnostic bronchoscopy in patients with pulmonary hypertension. *Respiration*. 2009;77:292-297.
8. Hehn BT, Haponik E, Rubin HR, et al. The relationship between age and process of care and patient tolerance of bronchoscopy. *J Am Geriatr Soc*. 2003;51: 917-922.
9. Kanemoto K, Satoh H, Ishikawa H, et al. Prospective study of fever and pneumonia after flexible fiberoptic bronchoscopy in older people. *J Am Geriatr Soc*. 2006;54:827-830.
10. Ernst A, Eberhardt R, Wahidi M, et al. Effect of routine clopidogrel use on bleeding complications after transbronchial biopsy in humans. *Chest*. 2006;129:

734-737.

11. Herth FJ, Becker HD, Ernst A. Aspirin does not increase bleeding complications after transbronchial biopsy. *Chest*. 2002;122:1461-1464.
12. Veitch AM, Baglin TP, Gershlick AH, et al. Guidelines for the management of anticoagulant and antiplatelet therapy in patients undergoing endoscopic procedures. *Gut*. 2012;57:1322-1329.
13. 藤本一眞, 藤城光弘, 加藤元嗣, ほか. 抗血栓薬服用者に対する消化器内視鏡診療ガイドライン. 日本消化器内視鏡学会雑誌. 2012;54:2075-2102.
14. Bjørtuft O, Brosstad F, Boe J. Bronchoscopy with transbronchial biopsies: measurement of bleeding volume and evaluation of the predictive value of coagulation tests. *Eur Respir J*. 1998;12:1025-1027.
15. Weiss SM, Hert RC, Gianola FJ, et al. Complications of fiberoptic bronchoscopy in thrombocytopenic patients. *Chest*. 1993;104:1025-1028.
16. 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.
17. Roizen MF. Cost-effective preoperative laboratory testing. *JAMA*. 1994;271:319-320.
18. Davies L, Mister R, Spence DP, et al. Cardiovascular consequences of fibreoptic bronchoscopy. *Eur Respir J*. 1997;10:695-698.
19. Bein T, Pfeifer M. Fiberoptic bronchoscopy after recent acute myocardial infarction: stress for the heart? *Chest*. 1997;112:295-296.
20. 藤澤武彦, 金子教宏, 池田徳彦, ほか. 患者苦痛度アンケート調査からみた安全かつ苦痛の少ない気管支鏡検査実施への提言. 気管支学. 2011;33:3-11.
21. Malik JA, Gupta D, Agarwal AN, et al. Anticholinergic premedication for flexible bronchoscopy: a randomized, double-blind, placebo-controlled study of atropine and glycopyrrolate. *Chest*. 2009;136:347-354.
22. Cowl CT, Prakash UB, Kruger BR. The role of anticholinergics in bronchoscopy. A randomized clinical trial. *Chest*. 2000;118:188-192.
23. Williams T, Brooks T, Ward C. The role of atropine premedication in fiberoptic bronchoscopy using intravenous midazolam sedation. *Chest*. 1998;113:1394-1398.
24. Yigla M, Oren I, Bentur L, et al. Incidence of bacteraemia following fibreoptic bronchoscopy. *Eur Respir J*. 1999;14:789-791.
25. Wilson W, Taubert KA, Gewitz M, et al. Prevention of infective endocarditis: guidelines from the American Heart Association: a guideline from the American Heart Association Rheumatic Fever, Endocarditis, and Kawasaki Disease Committee, Council on Cardiovascular Disease in the Young, and the Council on Clinical Cardiology, Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, and the Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group. *Circulation*. 2007;116:1736-1754.
26. Kanazawa H. Efficacy of azithromycin administration in prevention of respiratory tract infection after bronchoscopic biopsy: a randomized, controlled

trial. *Respirology*. 2007;12:70-75.

27. Park JS, Lee CH, Yim JJ, et al. Impact of antibiotic prophylaxis on postbronchoscopy fever: a randomised controlled study. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2011;15:528-535.
28. 澁川紀代子, 大崎能伸, 佐々木高明, ほか. 気管支鏡の感染対策と予防—気管支鏡挿入経路による分離菌の検討—. *気管支学*. 2006;28:628-632.

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) 気管支鏡の挿入経路

気管支鏡はほとんどの施設・症例で経口挿入されており（全例経口挿入 90.7%，70%以上の症例で経口挿入 4.9%），安全対策として気管内挿管をしている施設は 13.0%であった。

(2) 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（2010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 99.0%，血圧 87.5%，心電図 59.9%であった¹⁾）。鎮静薬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，逆に鎮静薬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⁾，必要に応じて降圧薬・昇圧薬を投与する。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⁾。鎮静薬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%以下の時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。

(3) 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（2010年アンケート調査では全例に投与している施設が 40.4%，症例を選択して投与している施設が 57.3%で，計 97.6%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、酸素投与や鎮静薬投与が炭酸ガスの貯留をもたらす危険があり、鎮静薬投与は避けるべきであり酸素投与も慎重に行う。

(4) 局所麻酔

「5 麻酔方法」の項を参照。

(5) 鎮静薬の使用

「5 麻酔方法」の項を参照。

(6) 静脈路の確保

鎮静薬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（2010年アンケート調査では全例で確保している施設が66.1%、症例を選択して確保している施設が26.4%で、計92.5%の施設で静脈路が確保されていた¹⁾）。

(7) 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（2010年アンケート調査では96.0%の施設で準備されていた¹⁾）。

(8) 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。医療スタッフの被曝対策としてプロテクターの装着は必須であるが、2010年のアンケートでは装着率99.8%であった。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薬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。2010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41.8%と最も多く、全例で撮影している施設が28.3%、全く撮影しない施設が29.9%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。鎮静薬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

2010年アンケート調査では825件(全検査件数103,978件に対して0.8%)の「合併症につながる気管支鏡およびその周辺機器の破損」が報告された¹。気管支鏡の破損が598件と最も多く、主なものは気管支鏡を被験者に咬まれたことによる破損(222件)や、針などによる鉗子チャンネルの穿孔(131件)であるが、レーザーなどによる発火が4件報告されている。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。周辺機器に関しては生検鉗子の開閉困難や抜去困難(107件)、キュレットの破損(120件)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。

<参考文献>

1. 浅野文祐, 青江 基, 大崎能伸, ほか. 2010年全国アンケート調査からみた呼吸器内視鏡の合併症(2次出版). 気管支学. 2012;34:209-218.
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内科 千場 博

1. はじめに

気管支鏡と感染対策で問題となるのは、スコープ本体および処置具を介する被検者間の感染と、被検者から検査スタッフへの感染および院内の汚染の問題である。

今回、安全のための手引き書の改訂にあたり本学会が認定施設および関連認定施設計538施設に対して行った、2010年の1年間における気管支鏡の実態調査「2010年気管支鏡全国アンケート調査」の結果の一部もつけ加えた。

また、この手引き書のみでなく、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ただきたい。

2. 内視鏡および処置具による被検者間の感染対策

気管支鏡検査および処置による被検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、すべての被検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検者から抜去直後に、スコープは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。2010年の全国アンケート調査では自動洗浄消毒機はほぼすべての施設で保有していたが、気管支鏡専用機を保有していたのは20%に過ぎなかった。消毒剤についてはあとで述べる。

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。浸漬時間は消毒剤メーカーが定める規定時間・濃度・温度に従う。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て消毒剤を除く。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、特に非定型抗酸菌による汚染が問題となっている¹²。健常人では問題にならないが、被検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

オートクレーブは安価でもあり、手軽に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、周辺機器もオートクレーブ耐性のものに限られるので、取扱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

エチレンオキシ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。しかし以前からエチレンオキシドの毒性、特に発癌性が問題になっている³⁴。

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、ガス滅菌法に比べて極めて短時間（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ルアルデヒドが推奨されてきたが、最近次世代の高レベル消毒剤としてオルトフタルアルデヒド（フタラール）と過酢酸が市販され、グルタルアルデヒドに比べ後者2剤は抗酸菌（結核菌、非定型抗酸菌）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、抗酸菌に対してはオルトフタルアルデヒド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⁵⁶。しかし、グルタルアルデヒドとオルトフタルアルデヒドはほとんどの自動洗浄消毒機で使用可能であるのに対し、過酢酸は専用の自動洗浄消毒機が必要となるため、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。2010年全

国アンケート調査によると、回答のあった469施設のうちグルタールアルデヒドを198施設（42%）が、オルトフタルアルデヒドを124施設（26%）が、過酢酸を147施設（31%）が使用していた。

消毒剤、特にグルタ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て、厚生労働省から使用環境について注意が喚起されている⁷。オルトフタルアルデヒドの毒性についてはまだ未知数な点があるが、グルタールアルデヒド同様の健康被害や、本剤の消毒器具でのアナフィラキシーショックの報告もある^{8,9}。過酢酸については、安全性・毒性についてまだあまり臨床報告例がないが、強い刺激性があるので接触や吸入を防ぐために前述2剤と同様の注意が必要である。

このように消毒剤に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ほか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。

(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検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。

2010年全国アンケート調査では、生検鉗子をすべてディスポーザブルとしている施設は59%にとどまっている。

3. 医療スタッフへの感染対策

被検者は常に感染源になる危険性があると認識して、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、HBVおよびHCV、梅毒反応など）については必ず把握しておく必要がある。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相当であり、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¹⁰。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装着することが必要である。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思われる。

2010年全国アンケート調査では、喀痰の細菌検査を全例に行う施設が17%、症例を選んで行くと答えた施設が78%であった。ツベルクリン反応とクォンティフェロン®(QFT)検査は全例に行う施設はほとんどなく、症例を選んで行いう施設がそれぞれ38%と67%だった。また予防衣の着用では、マスクの着用がまだ100%ではなく、ガウン、帽子、フェイスシールドを全例で着用するのは、それぞれ39%、34%、11%に過ぎなかった。被検者はすべて感染源となる危険性があるとの認識がまだ低い状況であった。

(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生検鉗子、TBAC針その他の処置具はできればすべて Disposable 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を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。

2010年全国アンケート調査では、HBV/HCV、血清梅毒反応、HIVを全例で検査をする施設はそれぞれ77%、69%、14%であった。

4. おわりに

気管支鏡被検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。

<参考文献>

1. 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;10:320-326.
2. 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.
3. Hogstedt C, Malmqvist N, Wadman B. Leukemia in workers exposed to ethylene oxide. *JAMA*. 1979;241:1132-1133.
4. Hogstedt C, Rohlén O, Berndtsson BS, et al. A cohort study of mortality and cancer incidence in ethylene oxide production workers. *Br J Ind Med*. 1979;36:276-280.
5. 坂本吉一, 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.
6. 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.

7. 厚生労働省労働基準局長基発第 0224007 号. 医療機関におけるグルタルアルデヒドによる労働者の健康障害防止について (平成 17 年 2 月 24 日). 2005.
8. Suzukawa M, Yamaguchi M, Komiya A, et al. Ortho-phthalaldehyde-induced anaphylaxis after laryngoscopy. *J Allergy Clin Immunol.* 2006;117:1500-1501.
9. Sokol WN. Nine episodes of anaphylaxis following cystoscopy caused by Cidex OPA (ortho-phthalaldehyde) high-level disinfectant in 4 patients after cytoscopy. *J Allergy Clin Immunol.* 2004;114:392-397.
10. 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.

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。しかし麻酔薬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。2010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2010）¹では42例（0.04%）にリドカイン中毒がみられた。治療的気管支鏡では報告がなくすべてが診断的気管支鏡施行中の報告であったが、いずれも十分な注意を要する。また、明らかにリドカイン過敏症によると考えられるショックが34件（0.03%）にみられた¹。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分様子を見る方法があるが、それでもショックが起きる可能性はあり、いずれにせよ救急カートを含めた対応の準備を要する。

局所麻酔薬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。1%と2%のリドカインを比較して、同様の麻酔効果が得られたとする報告がある²。アンケート調査2010³では、4%リドカインを使用すると答えた施設が20.4%、2%リドカインが61.3%、1%リドカインが17.5%、その他0.8%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 hidrocodon 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⁴。アンケート調査2010³ではネブライザーで麻酔する施設が5.8%、スプレーが48.4%、ネブライザーとスプレーの両方は45.4%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。しかしアンケート調査2010³では診断的気管支鏡の挿入経路について、ほぼ全例経口であると答えた施設が90.7%であり、経鼻は欧米と比較して圧倒的に少なかった。1つの方法として、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方法があげられる。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⁵。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。霧状の呼気がみられる

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薬を散布する。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」⁶参照）。急な注入は咳を誘発するので、麻酔薬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⁷。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⁸。最近 ACCP (American College of Chest Physicians) より軟性気管支鏡施行時の局所麻酔、鎮静について consensus statement が出されたが⁹、リドカイン使用量が7 mg/kg を超えると中毒症状が起きうると述べている。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、余剰の麻酔薬を吐き出させる、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¹⁰。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2010³では、リドカイン投与量の上限を決めている施設は49.6%であった。リドカイン中毒を起こさぬよう、使用量の積算は必須である。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⁸、ACCPの consensus statement⁹では5 µg/ml) であり、リドカインは肝臓で代謝されるので、特に肝障害のある患者、うっ血性心不全患者、高齢者、体格の小さい被検者では気をつける。Milman ら¹¹ 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、心機能障害がある患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¹¹。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 convex 型気管支腔内超音波装置の使用、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。前回行われた2006年の本学会安全対策委員会によるアンケート調査（アンケート調査2006）¹²では、ほぼ全例局所麻酔で実施している施設が85%と多数であったが、今回のアンケート調査2010³では、診断的軟性気管支鏡時の麻酔方法について、EBUS-TBNAを除いても36.1%の施設で静脈麻酔薬が導入されており、静脈麻酔を使用するケースが増加しているようである。また、その施行場所は70%以上が外来であると答えた施設が21.9%あった。

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 ACCP の consensus statement⁹では、ベンゾジアゼピンとしてミダゾラム、ジアゼパム、ロラゼパムが、オピオイドとしてフェンタニルなど、そしてプロポフォールが紹介されており、ベンゾジアゼピンの中では効果出現の速さ、比較的短時間の効果消失などによりミダゾラムが最も使用されているとしている。アンケート調査2010³において静脈麻酔薬を使用している施設に使用薬剤（複数回答可）を尋ねたところ、ミダゾラムが49.3%と最も多く、以下塩酸ペンタゾシン8.0%、ジアゼパム6.7%、プロポフォール4.1%、その他2.3%であった。ACCPのconsensus statementはミダゾラムの投与量は0.06~0.07 mg/kgと紹介している。ミダゾラムは少量の1回投与方法では十分な鎮静（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、静脈麻酔薬の治療域は小さく、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。高齢者、肝硬変の患者ではミダゾラムの代謝が低下しており、副作用が出やすいので注意する⁹。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¹³、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¹⁴。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. 浅野文祐, 青江 基, 大崎能伸, ほか. 2010年全国アンケート調査からみた呼吸器内視鏡の合併症 (2次出版). 気管支学. 2012;34:209-218.
2. Mainland PA, Kong AS, Chung DC, et al. Absorption of lidocaine during aspiration anesthesia of the airway. *J Clin Anesth.* 2001;13:440-446.
3. Asano F, Aoe M, Ohsaki Y, et al. Bronchoscopic practice in Japan: A survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy in 2010. *Respirology.* 2013;18:284-290.
4. 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.
5. 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テルスプレー法と従来法の比較. 気管支学. 2007;29:92-97.
6. 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.
7. 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.
8. 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.

9. Wahidi MM, Jain P, Jantz M, et al. American College of Chest Physicians consensus statement on the use of topical anesthesia, analgesia, and sedation during flexible bronchoscopy in adult patients. *Chest*. 2011;140:1342-1350.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. Evans EN, Ganeshalingam K, Ebden P. Changes in oxygen saturation and transcutaneous carbon dioxide and oxygen levels in patients undergoing fibreoptic bronchoscopy. *Respir Med*. 1998;92:739-742.
14. 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.

6 気道出血

国立がん研究センター中央病院呼吸器内視鏡科 笹田真滋

1. 全国アンケート調査結果に関して

安全対策委員会により、2010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2010年全国アンケート調査）¹が行われ、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0.14%、鉗子生検0.85%、擦過生検0.25%、気管支洗浄0.05%、経気管支針生検0.28%、気管支肺胞洗浄（BAL）0.02%であった。なお大量出血を原因とした死亡例はみられなかった。治療的気管支鏡による大量出血（300 ml以上、輸血施行など）の頻度は気道異物除去（1.76%）が最も高く、続いてアルゴンプラズマ凝固0.38%、金属ステント留置0.22%であった。施行された治療的気管支鏡3,020件中死亡例は1件（0.03%）で、金属ステント挿入時の出血による死亡であった。エタノール注入、高出力レーザー、高周波、マイクロ波、密封線源療法、シリコンステント留置、気管支充填術では大量出血はみられなかった。

2010年アンケート調査結果より、診断的気管支鏡では死亡例はみられず、治療的気管支鏡で1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が、今回のアンケート調査ではみられなかったことより、本邦の気管支鏡の現場では大勢の医師が検査に参加し、合併症に対処的に対処できていると考えられた。安全対策上、生検による出血での患者死亡は絶対に避けなければならないが、出血をおそれるあまり消極的になり過ぎることもあり、そのバランスが重要である。一方、治療的気管支鏡においては、今回のアンケート調査での死亡例は金属ステント挿入時の出血による1例であった。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、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など、学術集会やセミナーを通じて安全性を担保するための情報の周知が必要である。

2. 中枢病変からの大量出血

中枢病変での大量出血には、冷生食やボスミン散布、バルーンカテーテルでの圧迫止血、ホットバイオプシー鉗子、アルゴンプラズマ凝固、Nd-YAGレーザーなどでの焼灼を用いて止血を図る。しかし気管支動脈瘤や蔓状血管腫を誤って生検した場合などでは上述の方法では止血できない可能性があり、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）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。装置があれば蛍光気管支鏡や超音波気管支鏡で観察し、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。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鏡のほうが有利であり、易出血性の可視病変の場合にはいざとなれば硬性鏡が行える状況下で生検を行ったほうが安全である。外科手術を必要とする大量咯血症例において、事前に硬性鏡処置を行ったほうが術後死亡率が低いとされている²。術前に硬性鏡処置を行うメリットは、出血部位が同定できること、気道内の凝血塊の摘除による血行動態の改善などがあげられる。

3. 末梢病変からの大量出血

末梢病変からの大量生検には、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場合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き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。止血できているかを確認する基本操作としては、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。一連のスコープ操作が緩慢だとレンズに血液が付着しそのまま乾燥して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線透視下に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替わりのスコープ (できるだけ鉗子チャンネルが大口径のもの) に入れ替える。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り、生検前のCTを十分確認しておく。endobronchial Watanabe spigot (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が、EWSをBAEと併用することで末梢病変からの大量咯血の止血処置に成功した報告がある³。

4. 合併症を有する場合

合併症により抗凝固薬や抗血小板薬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BAL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、十分な麻酔と鎮静薬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命的となる場合があり、出血リスクの少ないデバイス（ブラシ、針穿刺など）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。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⁴では、生検と同時にガイドシースによる止血効果が得られるため、合併症を有する患者に有利である。

5. 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、緊急時にも迅速に対応ができる。

<参考文献>

1. Asano F, Aoe M, Ohsaki Y, et al. Deaths and complications associated with respiratory endoscopy: a survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy in 2010. *Respirology*. 2012;17:478-485.
2. 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.
3. 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.
4. 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）

本学会がすべての認定および関連認定の538施設を対象に、2010年1年間に実施した呼吸器内視鏡症例について行った全国アンケート調査をもとに、診断的気管支鏡の合併症（出血とリドカイン中毒を除く）と対策について述べる¹²。

このアンケート調査における診断的気管支鏡実施件数は103,978件であった。死亡例は4例（0.004%）であり、内訳は末梢孤立性病変に対する擦過細胞診後に肺炎・肺化膿症を生じた1例、末梢孤立性病変に鉗子生検で空気塞栓による脳梗塞を生じた1例、びまん性肺病変の観察中に大動脈解離を生じた1例、肺門縦隔病変に気管支腔内超音波断層法下経気管支針生検（EBUS-TBNA）施行後急激に間質性肺炎が増悪した1例であった。診断対象の部位別合併症発生率はびまん性肺病変2.06%、末梢孤立病変1.55%、中枢気道病変1.32%、肺門縦隔病変0.51%の順であり、びまん性肺病変で最も多いという結果となった（表1）。びまん性肺病変診断目的で生じる合併症の半数近くの151例（0.87%）が気胸であり、次いで63例（0.36%）が呼吸不全であった。それぞれの内容としては、経気管支肺生検（transbronchial lung biopsy, TBLB）による気胸と、気管支肺胞洗浄（bronchoalveolar lavage, BAL）による間質性肺炎急性増悪・呼吸不全であるものと考えられる。びまん性肺病変に対する鉗子生検に限ると9,674件中147例（1.52%）で気胸を生じている。一方、中枢気道病変診断ではそのほとんどが出血（0.89%）であった。末梢孤立性病変診断においては、気胸0.44%、出血0.63%、肺炎・胸膜炎0.25%の3つが主な合併症であった。手技別合併症発生率は、観察のみでは0.52%と2006年調査と不変であった（表2）。しかし、その内訳として最も多かったリドカイン中毒は0.21%から0.07%と減少し、出血0.14%と喘息0.11%が主な合併症となった。擦過生検0.57%（2006年）→0.47%、気管支洗浄0.18%（2006年）→0.17%、BAL 0.74%（2006年）→0.77%と、これらの手技別合併症発生率にも大きな変化はみられなかった。BALの合併症内訳では肺炎・胸膜炎0.33%（2006年）→0.19%と減少していたが、これに代わって呼吸不全57例（0.46%）が主たる合併症となっていた。BALまたはTBLBによる間質性肺炎の急性増悪が63例（0.29%）と報告されており、前述の通り、BALにより呼吸不全を呈した57例のうちほとんどが間質性肺炎の急性増悪であったものと考えられる。手技別で最も合併症の多い鉗子生検では、2.5%（2006年）→1.93%と全体の頻度がやや減少していた。内訳としては、出血1.19%（2006年）→0.85%、気胸0.62%（2006年）→0.67%、肺炎・胸膜炎0.46%（2006年）→0.20%であり、出血、感染の減少が寄与しているものと考えられた。

近年、endobronchial ultrasonography（EBUS）の登場により末梢病変、縦隔病変に対しても積極的なアプローチがなされるようになってきた。末梢孤立性病変に対する鉗子生検37,485件のうち3,853件においてradial型EBUSが使用されていた。死亡率0.003%、合併症発生率1.79%（出血0.73%、気胸0.63%）であった。海外で報告され

ている経皮的吸引針生検の死亡率 0.15%，出血 5.3%，気胸 20.5% と比しても安全な手技であることが示唆される。また、TBNA は 2006 年に比して 6.3 倍に増加しており、その 42% は EBUS-TBNA であった。EBUS-TBNA 3,689 件の死亡率は 0.03% で、合併症 17 件 (0.46%) と、諸家の報告に比べて高い結果であった。合併症の内訳としては肺炎・胸膜炎が 8 件 (0.22%) で最も多かった。

特殊な合併症として「気管支鏡に従事したスタッフの結核発症」は 5 件 (0.005%)、「明らかにリドカイン過敏症によるショック」は 34 件 (0.03%)、「EBUS-TBNA による縦隔炎、心膜炎」3 件 (0.08%)、「TBLB によるドレナージを要した気胸」215 件 (0.46%)、「気管支鏡検査のための抗血小板剤、抗凝固剤休薬に関連する塞栓症」8 件 (0.008%) が報告された。

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) 発熱・肺炎

気管支鏡はフタラフル、グルタ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。予防的抗菌薬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³。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薬投与が推奨されている。また、予防的抗菌薬投与のタイミングとして、British Thoracic Society⁴ (BTS) 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液を用いるものの、吸引された口腔内分泌物や喀痰がチャンネル内に残り、生理食塩液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薬と去痰薬を内服させるのが適当であると思われる。

気管支鏡後の発熱に影響する因子について調べた研究では、年齢、喫煙歴、1 秒率などは発熱に無関係であるとされている。これに比べて、気管支鏡施行時間が長時間になることや、中等度以上の出血が起こった場合に発熱の発症頻度が上昇するとされている。今後は、このようなデータをもとにして妥当な予防的抗菌薬投与をいかに行うべきか検討する必要があると考えられる。

(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⁵⁷。海外に比べて本邦で鉗子生検

による気胸の発生頻度が低いのは、術中にもほとんどルーチンに透視を使用していることが一因であるものと考えられる。

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。当科では、TBLB後安静を保つ意味も含めて、外来患者でも1泊入院させ、翌朝胸部X線写真で気胸がないのを確認後退院させている。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。

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。

(3) BALによる間質性肺炎急性増悪

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、術前に動脈血液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中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。

(4) 気管支喘息

一般的に気管支鏡によるbronchospasmは稀であり、0.02%程度とされている。しかし、喘息患者216人に気管支鏡を行った結果、laryngospasm, bronchospasmが8%にみられたと報告されている。また、喘息患者では、術後に1秒率低下が起り、その程度は術前のメサコリン刺激試験によるPC20の値と相関していた。この研究では、術前に気管支拡張薬を投与することで1秒率低下を抑制できたとしており、BTSガイドラインでも喘息患者では術前の気管支拡張薬投与が推奨されている。

(5) EBUS-TBNA

EBUS-TBNAは前回調査から最も件数が増加した手技の1つである。convex型EBUSが日本に導入されたのは2004年であるが、今回の調査では165施設で使用されていた。海外においても、悪性疾患診断やサルコイドーシス診断などに肺門縦隔領域のEBUS-TBNAで得られた検体検査は、感度、特異度ともに高いと報告されている⁸⁻¹²。しかしながら、今回の報告では死亡例1件(0.03%)を含めて合併症率は0.46%と予想よりも高かった。海外からの総説では、ドレーンを要する気胸の発生が1例のみで安全な検査とされており、今後注意が必要である。気管支鏡手技に慣れている術者にとっても、EBUS-TBNAは手技が複雑で、エコー画像の理解も含めて習熟に一定のトレー

ニングが必要である。本学会による EBUS-TBNA の実施状況、術者のトレーニング状況、合併症の調査が予定されている。

表 1. 部位別合併症頻度

	Total	PTX	Haemo	PI	BA	RF	LTX	CVE	CAO	PF
Central airway lesion	320 (1.32)	1 (0.004)	216 (0.89)	36 (0.15)	21 (0.09)	8 (0.03)	8 (0.03)	13 (0.05)	17 (0.07)	0 (0)
Hilar and/or mediastinal lesion	27 (0.51)	0 (0)	16 (0.30)	8 (0.15)	1 (0.02)	1 (0.02)	1 (0.02)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Solitary peripheral lesion	937 (1.55)	264 (0.44)	379 (0.63)	148 (0.25)	39 (0.06)	26 (0.04)	24 (0.04)	51 (0.08)	6 (0.01)	0 (0)
Diffuse lesion	356 (2.06)	151 (0.87)	76 (0.44)	36 (0.21)	13 (0.08)	63 (0.36)	9 (0.05)	7 (0.04)	1 (0.006)	0 (0)

文献 2 より抜粋.

Results are number (%) of cases.

BA, bronchial asthma; CAO, central airway obstruction; CVE, cardiovascular event; Haemo, bleeding; LTX, lidocaine toxicity; PF, perforation; PI, pulmonary infection (pneumonia and/or pleuritis); PTX, pneumothorax; RF, respiratory failure.

表 2. 手技別合併症頻度

	Total	PTX	Haemo	PI	BA	RF	LTX	CVE	CAO	PF
Simple bronchoscopy	76 (0.52)	8 (0.05)	20 (0.14)	7 (0.05)	16 (0.11)	3 (0.02)	10 (0.07)	10 (0.07)	2 (0.01)	0 (0)
Forceps biopsy	1,104 (1.93)	385 (0.67)	487 (0.85)	116 (0.20)	29 (0.05)	19 (0.03)	16 (0.03)	33 (0.06)	19 (0.03)	0 (0)
Brush biopsy	227 (0.47)	16 (0.03)	124 (0.25)	35 (0.07)	13 (0.03)	5 (0.01)	13 (0.03)	18 (0.04)	3 (0.006)	0 (0)
Bronchial washing	91 (0.17)	0 (0)	29 (0.05)	38 (0.07)	4 (0.01)	13 (0.02)	0 (0)	7 (0.01)	0 (0)	0 (0)
TBNA	46 (0.53)	6 (0.07)	24 (0.28)	8 (0.09)	5 (0.06)	1 (0.01)	1 (0.01)	1 (0.01)	0 (0)	0 (0)
BAL	96 (0.77)	1 (0.008)	3 (0.02)	24 (0.19)	7 (0.06)	57 (0.46)	2 (0.02)	2 (0.02)	0 (0)	0 (0)

文献 2 より抜粋.

Results are number (%) of cases.

BA, bronchial asthma; CAO, central airway obstruction; CVE, cardiovascular event; Haemo, bleeding; LTX, lidocaine toxicity; PF, perforation; PI, pulmonary infection (pneumonia and/or pleuritis); PTX, pneumothorax; RF, respiratory failure; TBNA, transbronchial needle aspiration.

<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. 浅野文祐, 青江 基, 大崎能伸, ほか. 2010 年全国アンケート調査からみた呼吸器内視鏡の合併症 (2 次出版). 気管支学. 2012;34:209-218.
3. Um SW, Choi CM, Lee CT, et al. Prospective analysis of clinical characteris-

- tics and risk factors of postbronchoscopy fever. *Chest*. 2004;125:945-952.
4. 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.
 5. Manhire A, Charig M, Clelland C, et al. Guidelines for radiologically guided lung biopsy. *Thorax*. 2003;58:920-936.
 6. Richardson CM, Pointon KS, Manhire AR, et al. Percutaneous lung biopsies: a survey of UK practice based on 5444 biopsies. *Br J Radiol*. 2002;75:731-735.
 7. 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. Du Rand IA, Barber PV, Goldring J, et al. British Thoracic Society guideline for advanced diagnostic and therapeutic flexible bronchoscopy in adults. *Thorax*. 2011;66(Suppl 3):iii1-iii21.
 9. Kuo CH, Chen HC, Chung FT, et al. Diagnostic value of EBUS-TBNA for lung cancer with non-enlarged lymph nodes: a study in a tuberculosis-endemic country. *PLoS One*. 2011;6:e16877.
 10. Agarwal R, Srinivasan A, Aggarwal AN, et al. Efficacy and safety of convex probe EBUS-TBNA in sarcoidosis: a systematic review and meta-analysis. *Respir Med*. 2012;106:883-892.
 11. Varela-Lema L, Fernández-Villar A, Ruano-Ravina A. Effectiveness and safety of endobronchial ultrasound-transbronchial needle aspiration: a systematic review. *Eur Respir J*. 2009;33:1156-1164.
 12. Gu P, Zhao YZ, Jiang LY, et al. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration for staging of lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cancer*. 2009;45:1389-1396.

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. 硬性鏡

気管支鏡のうち挿入部が屈曲しないものの総称である。通常全身麻酔下に挿入される。1966年に軟性鏡が開発されてからは診断に用いられることは稀になり、現在の主な適応は中枢気道狭窄に対するレーザー焼灼、バルーン拡張、ステント留置などの内視鏡治療である。レーザーファイバー、鉗子、吸引チューブなどを同時に挿入できる利点がある。種類、基本手技などに関しては、「気管支鏡 第2版」(p247～253)を参照されたい。

(1) 2010年アンケート調査より¹⁾

硬性鏡を保有しかつ2010年1年間のうちに使用した施設は、回答のあった504施設中93施設(18.5%)、保有するが期間内に使用しなかった施設は53施設(10.5%)、保有しない施設が358施設(71.0%)であった。硬性鏡が用いられた治療的気管支鏡手技としては、シリコンステント留置が最も多く2010年1年間で172件であり、次いで金属ステント留置120件、バルーン拡張85件、アルゴンプラズマ66件、高周波46件、レーザー照射28件、異物除去19件、気管支充填術(EWS)6件、PDT5件、エタノール注入3件、マイクロ波凝固2件の順であった。

(2) 最近の知見

硬性鏡は、1990年代からの治療的気管支鏡の施行件数増加に伴い見直されるようになり、ここ20年ほどは世界的にも施行件数が増加している²⁾。本邦のアンケート調査でも、2006年の調査ではステント留置において硬性鏡を用いた施設数および施行件数が、それぞれ29施設、234件であったのに対し、2010年の調査では、それぞれ120施設、344件に増加している。

2. 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」(p140～143)を参照されたい。

(1) 2010年アンケート調査より¹⁾

高周波治療は、2010年1年間で220件、357回答施設中73施設(20.4%)で行われていた。前回2006年の調査では55施設(15%)で行われていたことを考えると普及が進んでいることがうかがえる。今回の調査での1施設あたりの件数は1～36件(平均3件)であった。軟性鏡のみを用いた治療が174件と全体の79%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、合併症としては気胸が1件(0.45%)、呼吸不全が2件(0.91%)であった。

(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³⁾。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おり⁴、治療のみならず診断的ツールとしての有用性も示されている。

3. PDT

PDTの主な適応は気管支鏡下に直視可能な肺癌であり、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、合併症などは、「気管支鏡 第2版」(p136～139)を参照されたい。

(1) 2010年アンケート調査より¹

PDTは、2010年1年間で73件、357回答施設中19施設(5.3%)で行われていた。1施設あたりの件数は1～21件(平均3.8件)であった。軟性鏡のみを用いた治療が68件と全体の93%を占め、残りが硬性鏡(+軟性鏡)を用いた治療であった。硬性鏡(+軟性鏡)を用いた施設は3施設にとどまっていた。今回の調査では、治療による死亡はなく、合併症も報告されなかった。

(2) 最近の知見

X線無所見肺癌に対する根治治療としてのPDTの有用性に関しては、これまでに内外から多数の報告がある⁵。光感受性物質としてポルフィマーナトリウムを用いた治療成績⁶、より遮光期間が短くて済むタラポルフィンナトリウムを用いた治療成績⁷とともに完全寛解率90%以上と報告されており、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1選択の治療となりうるとされている。一方、進行肺癌による気道狭窄に対する対症的治療や、肺切除前のdown stageにおいても、それぞれ有用性が報告されている^{5,8}。

4. 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」(p165～168)を参照されたい。

(1) 2010年アンケート調査より¹

異物除去は、2010年1年間で681件、357回答施設中251施設(70.3%)で行われていた。2006年の前回調査と比較し、施行件数と施行施設数がそれぞれ6.2倍、4.4倍に増加した。1施設あたりの件数は1～92件(平均2.7件)であった。軟性鏡のみを用いた治療が662件(97.2%)であり、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かった。合併症は15件(2.2%)にみられ、気胸1件(0.15%)、出血(300ml以上または輸血を要したもの)12件(1.8%)、肺炎/胸膜炎1件(0.15%)、呼吸不全1件(0.15%)であった。

(2) 最近の知見

小児の気道異物12,979例の最近のレビューによると⁹、ナッツなどの有機物が異物の81%を占めていた。診断法としては、従来硬性鏡が“gold standard”であったのに対し、CT、バーチャル気管支鏡、軟性鏡が用いられることが多くなってきたとされている。異物除去の合併症としては、喉頭浮腫・気管支攣縮、気胸などのほか、低酸素血症による心停止や虚血性脳症なども報告されている。気道異物による死亡率は0.42%

で、来院時に既に窒息状態であった患者が多くを占めるが、来院時安定していた患者における気管支鏡施行中の低酸素や気道損傷による死亡も報告されており、注意を要する。

5. ステント

良性・悪性の気道狭窄が主な適応である。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」(p149～157)を参照されたい。

(1) 2010年アンケート調査より¹⁾

今回の調査では、シリコンステントと金属ステントに分けて調査がなされた。

シリコンステント留置は、2010年1年間で253件、357回答施設中64施設(17.9%)で行われていた。1施設あたりの件数は1～40件(平均4.0件)であった。軟性鏡のみを用いた治療が81件(32.0%)、硬性鏡(+軟性鏡)を用いた治療が172件(68.0%)であり、2/3の症例で硬性鏡が用いられていた。治療による死亡はなく、合併症としては肺炎/胸膜炎を1件(0.40%)、気管支喘息を1件(0.40%)、呼吸不全を1件(0.40%)に認めた。

一方、金属ステント留置は、2010年1年間で464件、357回答施設中147施設(41.2%)で行われていた。1施設あたりの件数は1～31件(平均3.2件)であった。軟性鏡のみを用いた治療が344件(74.1%)で、残りが硬性鏡(+軟性鏡)を用いた治療であった。ステント挿入時の出血による死亡が1例あった(治療的気管支鏡全体の0.03%、金属ステント留置の0.22%)。合併症は6例(1.3%)に認め、前述の出血1例(0.22%)、肺炎/胸膜炎2例(0.43%)、呼吸不全2例(0.43%)、気道閉塞増悪1例(0.22%)であった。

(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⁸⁾、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. Asano F, Aoe M, Ohsaki Y, et al. Deaths and complications associated with respiratory endoscopy: a survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy in 2010. *Respirology*. 2012;17:478-485.
2. Wahidi MM, Herth FJ, Ernst A. State of the art: interventional pulmonology. *Chest*. 2007;131:261-274.
3. Beamis JF Jr. Interventional pulmonology techniques for treating malignant large airway obstruction: an update. *Curr Opin Pulm Med*. 2005;11:292-295.
4. Tremblay A, Michaud G, Urbanski SJ. Hot biopsy forceps in the diagnosis of endobronchial lesions. *Eur Respir J*. 2007;29:108-111.
5. Allison R, Moghissi K, Downie G, et al. Photodynamic therapy (PDT) for lung cancer. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2011;8:231-239.
6. 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.
7. Usuda J, Tsutsui H, Honda H, et al. Photodynamic therapy for lung cancers based on novel photodynamic diagnosis using talaporfin sodium (NPe6) and autofluorescence bronchoscopy. *Lung Cancer*. 2007;58:317-323.
 8. Ernst A, Anantham D. Update on interventional bronchoscopy for the thoracic radiologist. *J Thorac Imaging*. 2011;26:263-277.
 9. Fidkowski CW, Zheng H, Firth PG. The anesthetic considerations of tracheo-bronchial foreign bodies in children: a literature review of 12,979 cases. *Anesth Analg*. 2010;111:1016-1025.

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、2010 年アンケート調査では、レーザー治療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」(p129～135)を参照されたい。

(1) 2010 年アンケート調査より

レーザー治療は、2010 年 1 年間で 197 件行われ、357 回答施設中 61 施設（17%）で行われていた。2006 年のアンケート調査と比較して施行件数、施行施設ともに増加傾向であった。1 施設あたりの件数は 1～36 件（平均 3.2 件）であった。軟性鏡のみを用いた治療が 169 件（53 施設）と全体の 86%（施設割合 87%）を占め、残りが硬性鏡を用いた治療であった。治療による死亡はなく、合併症としては中枢気道閉塞 1 件（0.51%）であった。また、レーザー治療による発熱に関連した気管支鏡の破損については、4 件が報告されている。

(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 例にレーザー治療を施行）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が、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」(p264～265)を参照されたい。

(1) 2010年アンケート調査より

アルゴンプラズマ凝固治療は、2010年1年間で265件行われ、357回答施設中69施設(19%)で行われていた。2006年のアンケート調査と比較して施行件数、施行施設ともに増加傾向であった。1施設あたりの件数は1～35件(平均3.8件)であった。軟性鏡のみを用いた治療が199件(64施設)と全体の75%(施設割合93%)を占め、硬性鏡を用いた治療が66件(12施設)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)1件(0.38%)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、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) 2010年アンケート調査より

マイクロ波治療は、2010年1年間で147件行われ、357回答施設中21施設(6%)で行われていた。2006年のアンケート調査と比較して施行件数、施行施設ともに増加傾向であった。1施設あたりの件数は1～35件(平均7.0件)であった。軟性鏡のみを用いた治療が145件(19施設)と全体の99%(施設割合90%)を占め、残りが硬性鏡を用いた治療であった。治療による死亡はなく、合併症も報告されていない。

(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」(p260～263)を参照されたい。

(1) 2010年アンケート調査より

エタノール注入治療は、2010年1年間で138件行われ、357回答施設中46施設(13%)で行われていた。2006年のアンケート調査と比較して施行件数、施行施設ともに増加傾向であった。1施設あたりの件数は1～20件(平均1.5件)であった。1施設では硬性気管支鏡下に治療されていたが、残り45施設では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1件、気管支喘息1件(0.72%)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0.3 ml程度、1回の使用総量を3～4 ml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、全身麻酔筋弛緩薬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, 小林絃一, 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.

10 局所麻酔下胸腔鏡の合併症と対策

兵庫医科大学がんセンター 福岡和也

1. はじめに

胸水貯留をきたす疾患は呼吸器疾患のみならず、全身性疾患など多岐にわたる。原因疾患を診断する目的で、胸水穿刺による胸水検査や胸膜生検などが施行される。胸膜生検に関しては、以前の盲目的な経皮的針生検法では診断率に限界があったが、近年の胸腔鏡を用いた直視下生検の普及に伴い、診断率は飛躍的に向上するようになった。胸腔鏡は、外科医が行う全身麻酔下胸腔鏡と、主に呼吸器内科医が行う局所麻酔下胸腔鏡（以下、局麻下胸腔鏡と略す）とに分けられる。前者は全身麻酔下での片肺換気状態で施行されるため、麻酔機器などの設備が必要であるとともに、患者には全身麻酔のリスクが加わる。一方、局麻下胸腔鏡は、簡便かつ安全で、低侵襲な検査法として位置づけられている。その手技は、胸腔内へのポート（フレキシブルトロッカー）挿入、胸水排液、胸腔内観察、壁側胸膜生検、胸腔ドレーン留置を一連の操作として施行する。この中で、胸腔内観察、壁側胸膜生検以外の手順は胸水貯留例に対する胸腔内ドレーン留置術と基本的に同じである¹。本学会の2010年アンケート調査では、局麻下胸腔鏡は全国184施設で施行され、1年間の施行件数は1,563件であった²。また、大半の症例でセミフレキシブル胸腔鏡が用いられていた²。

検査前・中・後の安全対策や感染対策などに関しては、気管支鏡と共通する部分も多いので、本項においては、局麻下胸腔鏡の適応、合併症とその対策を中心に述べる。

2. 適応と非適応

局麻下胸腔鏡の主な目的は、胸水貯留症例に対して胸腔内観察と胸膜生検を行い、診断を確定することである。対象疾患は、癌性胸膜炎、悪性胸膜中皮腫、結核性胸膜炎などが中心となる。これらの疾患は、生検による病理診断が重要な役割を果たすこと、早期診断とそれに続く早期治療が治療成績と患者のquality of life (QOL)の向上とにつながることから、局麻下胸腔鏡の最も有用性の高い疾患と考えられる。さらに、治療を目的とした適応には、胸膜癒着術（タルク散布）、難治性気胸の治療、急性膿胸における癒着解除とドレナージなどがあげられる³。

一方、非適応（禁忌）に関しては、胸腔局所の状態と心肺機能を含めた全身的要因によって判断される。具体的には、胸腔内ポート挿入不能の胸膜肥厚や高度で広範囲に及ぶ胸膜癒着、高度の呼吸機能障害、重篤な低酸素血症、虚血性心疾患や難治性不整脈、不安定な血行・循環動態、難治性咳嗽、肺高血圧症、仰臥位もしくは側臥位の体勢保持不能、出血性素因、止血・凝固能異常、薬剤過敏症、原疾患進行によって予後不良が予測される状態、などがあげられる^{4,5}。

しかしながら、重篤な呼吸不全状態であっても、その原因が大量胸水貯留や緊張性気胸に起因し、虚脱肺が再膨張することによってガス交換の改善効果が予想される場合に限っては、局麻下胸腔鏡の適応がある。また、無症候性の少量胸水貯留例もしくは多房性胸水貯留例では、リスクと得られる利益とを比較し、全身麻酔下胸腔鏡の適応を考慮する。

検査の実施に関しては、胸部 X 線写真、胸部 CT、体外超音波診断装置などによる胸水貯留および胸膜肥厚の把握、動脈血ガス分析、心電図などによる心肺機能の評価に加えて、全身状態を考慮して、実施可能であるか否かを総合的に判断する。

検査の施行時期に関しては、これまで、胸水穿刺による胸水検査によっても確定診断が得られなかった症例を対象とする傾向にあった。しかしながら、微生物検査や細胞診検査の結果が判明するまでには数日間を費やすこと、細胞診陽性率は 60～70%程度にとどまること、悪性胸膜中皮腫では病状の進行によって胸膜肥厚増悪とともに胸水減少をきたす症例も存在することなどから、臨床的に悪性腫瘍や結核に起因する胸水が疑われる場合には、胸水貯留の診断が得られた早期の段階から、局麻下胸腔鏡の適応を考慮すべきであると考えられる。

3. 合併症とその対策

手技の安全性は、基本的に術者である呼吸器内科医の技術・技能と注意深い患者の観察に依存する。これまでの局麻下胸腔鏡の合併症に関する国内外の報告を表 1 に記載する¹⁶⁻¹⁷。本学会の 2010 年アンケート調査では、総施行件数 1,563 件中 24 件 (1.54%) の合併症が報告された²。合併症の内訳は、出血 13 件、気胸 5 件、呼吸器感染症 3 件、呼吸不全 2 件、穿孔 1 件であった²。以下に、主な合併症をあげ、その対策についても言及する。

(1) 出血

輸血や外科的処置を必要とするような大量出血の頻度は極めて低い。胸膜からの出血が問題となるのは、主に非隆起型の胸膜病変の場合である。肥厚のない胸膜では、肋間動静脈が壁側胸膜から透見可能であるため、これらの血管を避けて生検する。胸膜が肥厚している症例では、血管損傷が少ないとされるが、鉗子で肋骨の位置を確認して、血管の存在が予想される部位からの生検は避ける。肋間動静脈は胸膜下の胸内筋膜 (endothoracic fascia) よりも深層を走行するため、生検の深度はこの層を超えないように留意する¹⁸。胸膜癒着のある症例では、癒着組織内に血管増生があり剥離時に出血の危険性があるので、原則的に剥離や生検操作を行わない。通常、生検後の出血は、軽微で自然に止血するが、止血しない場合や肋間動静脈を損傷した場合は、出血部位を圧迫するか、もしくは高周波電気メスなどを用いて焼灼し止血する。本学会の 2010 年アンケート調査では、生検に際して高周波電気メスを用いている施設は 18 施設 (9.8%) のみで、同生検件数も 63 件 (4.0%) に過ぎなかった²。この中で、高周波電気メス非使用生検では、13 件 (1.05%) の出血が合併症として報告されているが、高周波電気メス使用生検では合併症の報告はなく、高周波電気メスを使用した生検の安全性が示唆された²。

しかしながら、動脈性出血に対する止血操作は容易ではないため、動脈性出血や血管系を損傷する危険性の高い処置は行うべきではない。万一の動脈性出血などの危険性を想定して呼吸器外科医とも密接に連携をとり、緊急時の協力体制を確立しておくことが重要である。

(2) 疼痛

有効な局所麻酔と十分な鎮静とによって、患者が不快感を自覚することはほとんどないとされる。癌性胸膜炎や悪性胸膜中皮腫などの肥厚した胸膜病変では生検時に疼痛を感じることは少ないが、正常組織に近い胸膜では生検時に疼痛を伴うことが多い。

生検時の疼痛緩和に、2% リドカインの生検部位への散布や胸膜直下への注入が行われる場合がある。

(3) 低酸素血症

術中の低酸素血症の原因としては、麻酔による呼吸中枢抑制、健側肺を下にした側臥位の体勢保持、患側肺の虚脱などが考えられる。胸水貯留によって患側肺がある程度虚脱している症例が多いため、胸腔が大気圧に開放されても動脈血酸素分圧の低下は軽度である。通常、経鼻的に酸素 2~3 l/分を投与して、パルスオキシメーターで酸素飽和度をモニタリングする。

(4) 不整脈

軽度の洞性頻脈を除いて、術中の不整脈出現は稀である。

(5) 血圧低下

大量胸水排液に関連した体液減少によって、術中に血圧低下をきたす危険性が懸念される。硫酸アトロピン注 (0.25~0.8 mg) が、血管迷走神経反射を介した血圧低下を抑制することで推奨される報告もあるが、本剤がルーチンの前投薬として必要か否かは明確ではない。検査中は、心電図、血圧、酸素飽和度を持続的に測定することで心肺機能をモニタリングする。不整脈、軽度の血圧低下、低酸素血症などの合併症は、酸素投与や補液によって回避される。

(6) 気胸

局麻下胸腔鏡では、臓側胸膜からは生検しないこと、高度の胸膜癒着がある症例は適応外とすることから、気胸発症のリスクは少ない。しかしながら、胸水貯留量が少ない症例や胸膜癒着例では、胸腔穿刺時に肺実質を損傷する危険性があるので、検査前に穿刺する体位で体外超音波診断装置を用いて、穿刺部位の胸壁の厚さや胸膜癒着の有無、胸水の局在部位、胸水内フィブリン析出や器質化の程度、大血管、心臓、横隔膜などの周辺臓器との位置関係とその呼吸性変動を確認しておくことが望ましい。

(7) 再膨張性肺水腫

大量胸水貯留によって肺が高度に虚脱している症例では、胸水排液後に再膨張性肺水腫を発症する危険性もあるので、検査前日までにある程度の胸水を排液しておくことが望ましい。また、検査時に大量の胸水を排液した症例では、ドレナージチューブのクランプを少しずつ開放し、段階的に肺を再膨張させることで再膨張性肺水腫の予防に努める。肺水腫は検査後 30 分から数時間以内に発症することが多いため、この時間帯は慎重に経過を観察する必要がある。再膨張性肺水腫を発症した場合は、副腎皮質ステロイド、利尿薬、好中球エラスターゼ阻害薬投与にて治療を行う。

(8) 皮下気腫

トロッカー挿入部位は胸腔鏡操作などによって組織が挫滅し、検査後に皮下気腫をきたす場合がある。皮下気腫は通常、軽微でドレナージからの吸引が適切に行われれば自然に軽快するが、検査後のドレナージチューブはやや太めのサイズを選択し、挿入部の結紮は十分に行うことで皮下気腫の予防に努める。

(9) 術後発熱

37.5~38.5℃の発熱が術後数日間持続することがある。これは、必ずしも感染を意味するものではなく、一過性の炎症性組織反応に由来する可能性が高いとされる。

(10) 創部感染

術中の正確な清潔操作、胸腔ドレナージチューブ挿入部位の定期的な観察と消毒、

ガーゼ交換などで創部を清潔に保つことによって、創部感染が問題となる場合は少ない。検査時、既に胸腔ドレナージチューブが挿入されている場合は、感染予防のために同じ挿入孔を使用せず、改めて別の部位から穿刺およびポート挿入を行う。一般的に、検査後の抗菌薬投与の必要性はないとされる。

(11) 膿 胸

稀な合併症ではあるが、長期間のドレナージチューブ留置後や気管支胸腔瘻に続発して発症する可能性がある。欧米からは、652 例中 12 例 (2%) の発症が報告されている⁴。

(12) 腫瘍胸壁播種

晩期の合併症として腫瘍細胞、特に中皮腫細胞の胸腔鏡挿入部への播種が問題となる場合がある。これを回避するために、胸腔鏡挿入部への予防的放射線照射が推奨されてきたが、その有効性に関しては未だ論議の余地を残すところである¹⁹。

4. 死亡率

1980 年代に報告された局麻下胸腔鏡の死亡率は 0.01~0.09% と極めて低いが⁴、気管支鏡下生検の死亡率 (0.22~0.66%) とほぼ同程度の 0.24% との報告もある²⁰。局麻下胸腔鏡の対象疾患やその実施目的によっても死亡率は異なることが推察される。本学会の 2010 年アンケート調査では、局麻下胸腔鏡に関連した死亡例の報告はみられなかった²。

5. おわりに

近年、局麻下胸腔鏡は、セミフレキシブル胸腔鏡の開発に伴い、わが国においても急速に普及しつつある。その手技は、基本的に胸腔ドレナージチューブ挿入の手技と同じであり、適応を限定して手技に習熟すれば呼吸器内科医でも施行可能である。また、局所麻酔下で施行することの限界を熟知することで重篤な合併症を引き起こすことなく安全に検査を実施できる。さらに、呼吸器外科医とも密接に連携をとり、緊急時の協力体制を確立しておくことが、より一層の安全性の担保につながるものと考えられる。

表 1. 局所麻酔下胸腔鏡の合併症に関する報告

著者 (報告年)	症例数	合併症
Menzies R, et al. ⁶ (1991)	102	蘇生術を要する心室性頻拍, 皮下気腫, 持続する空気漏: 1.9%, 一過性空気漏, 発熱, 出血: 5.5%
Boutin C, et al. ⁷ (1993)	188	皮下気腫: 1 例, 感染: 4 例, 出血: 3 例, 発熱: 26 例
木村ら ⁸ (1994)	90	一過性低血圧: 2 例, 動脈性出血: 1 例
Colt HG ⁹ (1995)	50	ドレナージを要する胸水再貯留: 1 例, タルク散布後発熱: 7 例, 発熱: 1 例, 感染: 1 例, 気胸: 1 例
McLean AN, et al. ¹⁰ (1998)	24	なし
石井ら ¹¹ (2000)	142	再膨張性肺水腫: 1 例
杉山ら ¹² (2001)	100	一過性低血圧: 1 例, 一過性頻脈: 1 例
Ernst A, et al. ¹³ (2002)	34	なし
鍋木ら ¹ (2006)	151	臓側胸膜損傷: 2 例, 皮下気腫: 4 例, 感染: 2 例
Rodriguez-Panadero F, et al. ¹⁴ (2006)	819 (Review)	皮下気腫: 39 例, 一過性心血管合併症: 10 例, 膿胸: 2 例, 発熱: 1 例, 出血: 1 例, 空気塞栓: 1 例
Lee P, et al. ¹⁵ (2007)	51	発熱: 8 例, 疼痛: 5 例
Munavvar M, et al. ¹⁶ (2007)	56	なし
Casal RF, et al. ¹⁷ (2009)	(Review)	皮下気腫: 0.6~4.9%, 空気漏: 0.5~8.1%, 空気塞栓: 0.2%, 膿胸: 0.5~2.7%, 出血: 0.3~0.4%, ショック: 0.2%, 不整脈: 2.0%, 腫瘍播種: 0.5~4.0%

<参考文献>

1. 鍋木孝之, 内海啓子, 橋本幾太, ほか. 局所麻酔下胸腔鏡施行時の安全性の検討. 気管支学. 2006;28:582-584.
2. Asano F, Aoe M, Ohsaki Y, et al. Deaths and complications associated with respiratory endoscopy: a survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy in 2010. *Respirology*. 2012;17:478-485.
3. 石井芳樹. 局所麻酔下胸腔鏡の適応とその限界. 気管支学. 2004;26:322-325.
4. Loddenkemper R, Mathur PN, Noppen M, et al. *Medical Thoracoscopy/Pleuroscopy: Manual and Atlas*. New York: Thieme; 2011:58-64.
5. Michaud G, Berkowitz DM, Ernst A. Pleuroscopy for diagnosis and therapy for pleural effusions. *Chest*. 2010;138:1242-1246.
6. Menzies R, Charbonneau M. Thoracoscopy for the diagnosis of pleural disease. *Ann Intern Med*. 1991;114:271-276.
7. Boutin C, Ray F. Thoracoscopy in pleural malignant mesothelioma: a prospective study of 188 consecutive patients. Part 1: Diagnosis. *Cancer*. 1993;72:

389-393.

8. 木村 丹, 小宮武文, 小橋吉博, ほか. 内科領域における胸腔鏡の臨床応用—胸膜生検および自然気胸治療—. 川崎医学会誌. 1994;20:111-117.
9. Colt HG. Thoracoscopy. A prospective study of safety and outcome. *Chest*. 1995;108:324-329.
10. McLean AN, Bicknell SR, McAlpine LG, et al. Investigation of pleural effusion: an evaluation of the new Olympus LTF semiflexible thoracofiberscope and comparison with Abram's needle biopsy. *Chest*. 1998;114:150-153.
11. 石井芳樹, 北村 論. 局所麻酔下胸腔鏡検査の有用性. 結核. 2000;75:51-56.
12. 杉山昌裕, 堀口高彦, 石橋明倫, ほか. 局所麻酔下胸腔鏡検査の有用性と安全性についての検討. 日呼吸会誌. 2001;39:899-902.
13. Ernst A, Hersh CP, Herth F, et al. A novel instrument for the evaluation of the pleural space: an experience in 34 patients. *Chest*. 2002;122:1530-1534.
14. Rodriguez-Panadero F, Janssen JP, Astoul P. Thoracoscopy: general overview and place in the diagnosis and management of pleural effusion. *Eur Respir J*. 2006;28:409-422.
15. Lee P, Hsu A, Lo C, et al. Prospective evaluation of flex-rigid pleuroscopy for indeterminate pleural effusion: accuracy, safety and outcome. *Respirology*. 2007;12:881-886.
16. Munavvar M, Khan MA, Edwards J, et al. The autoclavable semirigid thoracoscope: the way forward in pleural disease? *Eur Respir J*. 2007;29:571-574.
17. Casal RF, Eapen GA, Morice RC, et al. Medical thoracoscopy. *Curr Opin Pulm Med*. 2009;15:313-320.
18. 笹田真滋. 局所麻酔下胸腔鏡. 気管支学. 2008;30:293-299.
19. Davies HE, Musk AW, Lee YC. Prophylactic radiotherapy for pleural puncture sites in mesothelioma: the controversy continues. *Curr Opin Pulm Med*. 2008;14:326-330.
20. Boutin C, Viallat JR, Cargnino P. Thoracoscopy. In: Chretien J, ed. *The pleura in health and disease*. New York: Marcel Dekker; 1985:587-621.