

メディカルスタッフのための気管支鏡の手引き・マニュアル

日本呼吸器内視鏡学会

気管支鏡チーム医療推進ワーキンググループ座長・教育委員会副委員長

姫路大輔

DEI(ダイバーシティ・エクイティ&インクルージョン)推進委員会 川口知哉

教育委員会委員長 今泉和良

はじめに

現在、気管支鏡検査は多くのメディカルスタッフの方々の参加により成立する時代となっています。そのため、気管支鏡チーム診療推進WGがDEI(ダイバーシティ・エクイティ&インクルージョン)推進委員会のもとに設立され、メディカルスタッフの方々の教育、学習機会の整備、学会活動への参加を目的に活動を始めております。

その活動の一環として、メディカルスタッフの方々向けの気管支鏡検査の手引き、また一般的検査については現場で使えるマニュアルを作成しました。本手引き、マニュアルは、ウーマンフォワード、ライジングドクターWG座長とともに原案を作り、多くの委員の皆様のご協力を得て作成しました。

会員の皆様、またご興味のあるメディカルスタッフの方々にはぜひ本手引きとマニュアルをご活用頂き、気管支鏡に関するチーム医療がより推進され、患者さんにとって安全で正確な検査が可能となれば幸いです。

目次

1)気管支鏡手技についての解説

- 1-1 一般的気管支鏡(観察、直視下生検、気管支洗浄、BAL、TBLB)・・・4
(古田、山本、高崎)
- 1-2 末梢診断気管支鏡(EBUS-GS-TBB, EBUS-UTB, Navigation)・・・9
(今林、都竹)
- 1-3 中枢診断気管支鏡(EBUS-TBNA, EUS-B-FNA)・・・・・・・・・・15

	(内村, 山本)	
1-4	クライオ生検(Cryobiopsy)	26
	(今林, 西井)	
1-5	インターベンション	34
	(伊藤, 森川)	
	2)気管支鏡をおこなうための施設整備とスタッフ, モニタリング	41
	(内村, 藤江, 都竹)	
	3)気管支鏡検査における感染対策	47
	(大西, 川西, 西井)	
	4)気管支鏡における麻酔・前処置, 鎮痛	54
	(岡田, 高嶋, 中村)	
	5)気管支鏡検査前の安全対策	65
	(工藤, 森川)	
	6) 合併症の種類と初期対応法 (低酸素血症, 心合併症, 出血, 気胸と感染)	73
	(古田, 姫路, 山本)	
	7)検体処理の方法 (一般的処理方法に加え, 遺伝子診断に耐えうる検体の処理 方法, 感染管理に留意した処理方法について)	81
	(白石, 姫路, 高崎)	
	8)検査後患者観察の注意点	89
	(伊藤, 高嶋)	
	9)気管支鏡検査室における被ばく管理について	93
	(石田, 伊藤, 高崎)	

執筆者一覧(敬称略, 執筆順)

古田 恵	北海道大学病院呼吸器内科
山本真一	自治医科大学呼吸器外科(RD)
高崎俊和	自治医科大学呼吸器内科(RD)
今林達哉	京都第一赤十字病院呼吸器内科
都竹晃文	岐阜県総合医療センター呼吸器内科(RD)
内村圭吾	産業医科大学医学部呼吸器内科学
西井洋一	松阪市民病院呼吸器センター(RD)
伊藤貴康	名古屋大学医学部附属病院呼吸器内科
森川 慶	聖マリアンナ医科大学病院呼吸器内科(RD)
藤江 舞	千葉大学医学部臨床工学センター
大西涼子	NHO 長良医療センター呼吸器内科(WF)
川西良典	徳島大学病院手術部
岡田あすか	済生会吹田病院呼吸器内科(WF)
高嶋美佳	東徳島医療センター外科(RD)
中村祐介	獨協医科大学呼吸器アレルギー内科(SW)
工藤健一郎	岡山医療センター呼吸器内科
姫路大輔	県立宮崎病院内科
白石直樹	近畿大学病院ゲノム医療センター
石田敦子	聖マリアンナ医科大学呼吸器内科(WF)

RD: ライジングドクターワーキンググループ

WF: ウーマンフォワードワーキンググループ

SW: 気管支鏡診療における鎮静に関するガイドラインワーキンググループ

メディカルスタッフのための気管支鏡の手引き 1-1

気管支鏡手技についての解説

一般的気管支鏡：観察，直視下生検，気管支洗浄，BAL，TBLB

【重要ポイント】

- ・ 一般的気管支鏡検査の適応は幅広いが，病変のサイズや性状によってはリスクベネフィットを考慮して適応を決定する。
- ・ 検査中はモニタリングを行い，異常事態を的確に察知する。

【概要】

一般的な気管支鏡の手技として観察，直視下生検，気管支洗浄，気管支肺胞洗浄（bronchoalveolar lavage: BAL），経気管支肺生検（transbronchial lung biopsy: TBLB）がある。気管支鏡は喀血や持続する血痰があった場合に適応となる。直視下生検は気管気管支内病変の診断のため実施する。気管支洗浄は感染の診断のため実施されることが多い。BAL および TBLB はびまん性肺疾患で適応がある。検査中は心拍数，呼吸数，血圧，経皮的動脈血酸素飽和度（SpO₂）は繰り返し測定する¹⁾。

1. 観察

【適応】 出血部位の確認，早期癌の検索，腫瘍進展の確認など可視病変の観察

【禁忌】 緊急時の対応ができない施設では相対的禁忌

【期待される結果】 異常所見の解析

【必要物品】 気管支鏡（事前に使用する気管支スコープを実施医に確認する），自家蛍光気管支鏡（autofluorescence bronchoscopy: AFB），狭帯域観察（narrow band imaging: NBI），モニタリング物品（血圧測定，パルスオキシメーター，不整脈のリスクがある患者に対しては心電図モニター），静脈ライン，救急カート

【手技の実際】 要所要所での静止画の撮影，記録をしながら検査を進める。異常所見を認めた場合には病変の広がり，表面の性状，気道内腔の変化などの形態の把握，病変の主座，発生部位，進展形式を解析する²⁾。AFB や NBI を用いて観察することもある。麻酔が不十分だったり，気管支鏡の先端が気管支内壁に強く接

触したりすると、咳嗽を誘発し、上皮の発赤や出血を来して所見を修飾するので注意が必要である。喀血症例では再喀血することもあるので安易に血餅を除去しない。血痰や喀血症例、抗凝固療法を実施している症例など出血が多くなりそうな場合は大口径チャンネルの気管支鏡を選択する。外科的治療において術前に術式決定のため腫瘍の位置・浸潤範囲の観察や術後の気管支断端や吻合部の確認のために観察する場合は呼吸器外科とよく連携しながら実施する。

【特に留意する合併症】

日本呼吸器内視鏡学会が2010年に行った全国調査によると、0.52%に合併症が発生し、出血が最も多く(0.14%)、続いて気管支喘息(0.11%)であった³⁾。

2. 直視下生検

【適応】 気管支鏡で直視下に観察可能な気管気管支内病変

【禁忌】 血管性病変(動脈瘤、動静脈奇形など)：著しい出血を来すため。また、出血リスクのある患者(出血傾向、抗血小板薬等内服など)は慎重に手技の必要性を検討する。

【期待される結果】 可視病変の組織採取により確定診断を得ることができる。

【必要物品】 生検鉗子、気管支鏡(可能なら大口径チャンネルを備えた処置用気管支鏡)、ホルマリン瓶、0.1%エピネフリン1ml+生理食塩水100mlやトロンビン液などの止血処置のための薬剤

【手技の実際】 まず病変を十分に確認し、上皮上皮下組織との関連を確認する。鉗子チャンネルを通した生検鉗子で目的部位をしっかりと把持し、ゆっくり引きちぎるように組織を採取する。上皮に露出している病変であれば目的の部位を鉗子で採取することは容易である。上皮下病変であれば、同じ部位を繰り返し生検する必要がある。

血管性病変が疑われる際には、生検により致命的な出血を来す可能性があるため、拍動の有無の確認や把持する前に閉じた生検鉗子で病変を軽く押してみることで生検前に鑑別をころみることが重要である⁴⁾。

【特に留意する合併症】 日本呼吸器内視鏡学会が2010年に行った全国調査によると、合併症は1.32%に発生した。内訳は出血が最も多く(0.89%)、次いで肺炎/胸膜炎(0.15%)、気管支喘息(0.09%)であった³⁾。特に出血に関して述べる。

出血：中枢気道での出血は気管支鏡の楔入で止血することは困難であるため、出

血時の対応が容易となるよう大口径チャンネルの気管支鏡を準備しておくことが望ましい。また、0.1%エピネフリン 1ml を生理食塩水で 100 倍に希釈した溶液やトロンビン液を散布することも有効である。

3. 気管支洗浄

【適応】肺感染症，肺末梢病変，気管支腔内病変：単独でも行うが，生検や擦過に引き続き行うことも多い⁵⁾。

【禁忌】絶対禁忌はないが，呼吸不全患者に対しては慎重に行う。

【期待される結果】感染症の起因菌検索や悪性腫瘍の診断確定のために有用である。

【必要物品】生理食塩水，シリンジ（20-50ml），気管吸引用キット

【手技の実際】目的の気管支に直接気管支鏡を楔入，あるいは少し手前の部分で位置を定め，生理食塩水をシリンジでゆっくり注入する。気管吸引用キットを気管支鏡の吸引部へ取り付けて注入した液を回収する。

【特に留意する合併症】日本呼吸器内視鏡学会が 2010 年に行った全国調査によると，0.17%に合併症が発生し，肺炎/胸膜炎が最も多く（0.07%），次いで出血（0.05%）であった³⁾。

4. BAL

【適応】びまん性肺疾患（過敏性肺炎，サルコイドーシス，膠原病性間質性肺炎，薬剤性肺炎，肺胞蛋白症，肺胞出血など），肺感染症（ニューモシスチス肺炎，サイトメガロウイルス肺炎など）

【禁忌】絶対禁忌はないが，高度呼吸不全の患者においては挿管・人工呼吸器下での実施を考慮する。循環動態が不安定な患者においても慎重に行う。

【期待される結果】BAL 液は総細胞数，細胞分画，CD4/8 比などにより疑っている各疾患の所見に合致する結果であるか検討する。また細胞診や各種培養検査に提出し，悪性疾患や感染症の診断にも用いられる。

【必要物品】（37℃加温）生理食塩水，50mL のシリンジ 3 本，洗浄液回収用コンテナ

【手技の実際】目的の気管支に直接気管支鏡を楔入し，中枢気管支に生理食塩水が漏れないように検査を行う。生理食塩水をシリンジで気管支鏡からゆっくり注入する。本邦では一般的に 50mL の生理食塩水の注入と回収を 3 回繰り返して

いる施設が多い⁶⁾.回収はシリンジで手式的に行う方法や、洗浄液回収用コンテナーを装着し、サクシヨンの陰圧(100mmHg以下)で回収する方法がある.この時陰圧が強すぎると気管支腔が虚脱し液の回収が不十分となるため注意が必要である.

【特に留意する合併症】日本呼吸器内視鏡学会が2010年に行った全国調査によると、0.77%に合併症が発生し、呼吸不全が最も多く(0.46%),続いて肺炎/胸膜炎(0.19%)であった³⁾.

5. TBLB

【適応】びまん性肺疾患(サルコイドーシス, 過敏性肺炎, 器質化肺炎など)の末梢肺病変

【禁忌】出血のリスクがあり血管性病変(動静脈奇形, 動静脈瘻, 動脈瘤, 静脈瘤)は禁忌となっている.事前の造影CTで同疾患が疑われる場合には生検を行わない.

【期待される結果】採取された生検検体より疑っている各疾患の所見に合致する結果であるか検討する.

【必要物品】生検鉗子, ホルマリン瓶

【手技の実際】目的となる関与気管支に生検鉗子を挿入し, 鉗子が胸膜に接する前に気管支鏡を十分に楔入する.次にX線透視下に鉗子を胸膜直下まで進める(X線透視が鉗子の進行方向と胸膜が直交するようにCアームの角度を調整する).胸膜直下より鉗子を2cm程度手前に引いてから, 患者の吸気のタイミングで鉗子を開く.呼気のタイミングでゆっくりと1cm程度押し付け鉗子を閉じる.患者が受け答え可能な場合には, 胸痛の有無を確認する.胸痛がなければ鉗子を引き抜く.生検後血液が中枢側に流れこむことがあるので, 気管支鏡は責任気管支に楔入したままの状態を保ち, 適宜止血処置を行う.

【特に留意する合併症】日本呼吸器内視鏡学会が2010年に行った全国調査によると、2.06%に合併症が発生し、気胸が最も多く(0.87%),続いて出血(0.44%),呼吸不全(0.36%),肺炎/胸膜炎(0.21%)であった³⁾.

- 1) Du Rand IA, Blaikley J, Booton R, et al. British Thoracic Society guideline for diagnostic flexible bronchoscopy in adults. Thorax 2013; 68: i1-i44.

- 2) 日本呼吸器内視鏡学会（編）気管支鏡テキスト，第3版，医学書院，2019年
- 3) 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(3):478-485.
- 4) Katoh O, Yamada H, Hiura K, et al. Bronchoscopic and angiographic comparison of bronchial arterial lesions in patients with hemoptysis. *Chest*. 1987;91(4):486-489.
- 5) van der Drift MA, van der Wilt GJ, Thunnissen FB, et al. A prospective study of the timing and cost-effectiveness of bronchial washing during bronchoscopy for pulmonary malignant tumors. *Chest*. 2005;128(1):394-400.
- 6) 日本呼吸器学会びまん肺疾患学術部会 厚生労働省難治性疾患政策研究事業
びまん性肺疾患に関する調査研究班：気管支肺胞洗浄【BAL】法の手引き
改訂第3版，2018年

メディカルスタッフのための気管支鏡の手引き 1-2

気管支鏡手技についての解説

末梢診断気管支鏡：EBUS-GS-TBB, EBUS-UTB, Navigation についての解説

【重要ポイント】

- ・主な目的は末梢肺病変の病理学・細菌学的な確定診断である。進行期非小細胞肺癌の場合はバイオマーカー診断を兼ねるため、十分な質・量の検体を必要とする。
- ・末梢肺病変の診断率向上のために、本邦ではラジアル型気管支腔内超音波断層法 (radial-endobronchial ultrasound: r-EBUS)、仮想気管支鏡ナビゲーション (virtual bronchoscopic navigation: VBN)、X線透視が標準的に用いられる。これらを用いた EBUS-GS (guide sheath) 法、また r-EBUS と極細径気管支鏡の組み合わせである EBUS-UT (ultrathin) 法について理解する。
- ・気管支鏡チーム全員が検査の流れを把握した上で、介助や合併症発生時の対処を行うことにより、円滑かつ安全な気管支鏡検査の実践が可能となる。

【概要】

末梢肺病変の大半は、直視できる位置まで気管支鏡を誘導することができない。そのため、VBN をガイドに気管支鏡を正確に末梢まで「誘導」した後、X線透視と r-EBUS で病変を「同定」してから、各生検器具で「検体採取」を行う必要がある (図 1)。

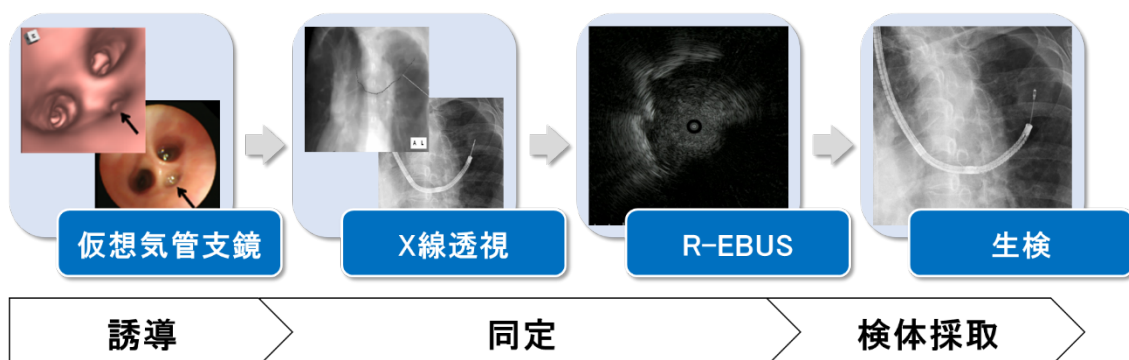


図 1. 末梢診断気管支鏡の 3 ステップ。

VBN, EBUS-GS 法, EBUS-UT 法について、以下に概説する。

VBN: 目的地である病変までのルートを仮想気管支鏡画像上でカーナビのように案内してくれる役割を果たす。診断率の向上と検査時間の短縮を図ることができる。

EBUS-GS 法: 気管支鏡先端から病変までを橋渡しする筒状のガイドシースを留置する本法では、r-EBUS で同定した部位から正確に生検を繰り返すことが可能

となる。また、ガイドシース自体が止血効果を備えており、出血に対する安全性が高い点がメリットである。一方、ガイドシースを介することで、鉗子のサイズが小さくなることがデメリットとなる。ガイドシースは細径と太径の2種類があり、それぞれ2.0 mm、2.6 mm以上の鉗子チャンネル径の気管支鏡に適合する。太径ガイドシースキットは同梱される鉗子が細径のものより大きいいため、検体量を重視する際に用いられる。

EBUS-UT法：極細径気管支鏡（3.0 mm先端部外径/1.7 mm鉗子チャンネル径）とr-EBUSを用いる手法である。気管支鏡の外径は細ければ細いほど、より末梢の気管支へ挿入することができるため、正確な誘導に有利である。極細径気管支鏡は細径ガイドシースに適合しないが、病変への近接性と到達性に優れるため、4.0 mm先端部外径の細径気管支鏡を用いたEBUS-GS法に診断率で勝ることが示されている。

【適応】

CTで検出された末梢肺病変は全て適応となりうる。しかし、X線透視で視認できない2 cm以下の小型病変やすりガラス状結節、CTで病変に直接通じる気管支が確認できないCT-bronchus sign陰性の病変などは気管支鏡の診断率が一般に低いとされている。このような診断困難例では、施設や担当医判断でCTガイド下肺生検や外科的切除など他の診断方法が選択されることがある。

【禁忌】

他の気管支鏡手技と同様、重度の出血傾向を有する症例、抗血小板薬・抗凝固薬の休薬ができない症例、コントロール不良の併存症を有する症例などは禁忌とされる。肺動静脈奇形などの血管性病変、腎細胞癌の肺転移など易出血性の病変からの生検は禁忌である。

【期待される結果】

末梢肺病変の診断率は約70%とされる¹⁾。r-EBUSでwithin（病変の中心部へ到達）所見が得られた場合の診断率は約80%とされている（図2a）。一方、adjacent to（病変の辺縁へ到達）、invisible（病変へ未到達）所見の診断率はそれぞれ約50%、0%まで低下する（図2b, c）。

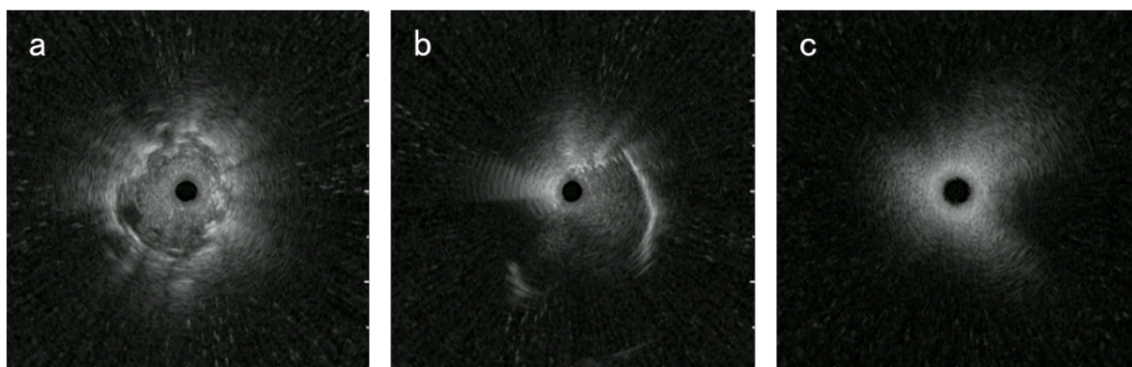


図2. R-EBUSと病変の位置関係を示す所見。

病変が全周性に描出される within (a), 隣接して描出される adjacent to (b), 全く描出されない invisible (c) .

【必要物品】

機器・機材：気管支鏡, 気管支鏡光源装置, 超音波観測装置, 超音波プローブ, プローブ駆動ユニット, X線透視装置

生検器具：鉗子, ブラシ, 吸引針, キュレットなど

検体処理台：ホルマリン瓶, スライドガラス, 細胞診固定容器, 細胞診スピッツなど

その他：点滴・注射, 局所麻酔用リドカイン, 経皮的酸素飽和度測定器, 血圧計, 心電図モニターなど

【手技の実際】

1) 事前準備

検査の目的, 部位, 方法, 麻酔方法, 使用機器, 併存疾患やリスクなどについて情報収集し, 気管支鏡チーム内で共有する.検査情報に基づいて, 機器のセッティングや検体処理台の準備を行う.

2) 患者入室後・検査前

施設で定められた手順に従い, 事前確認（ブリーフィング, サインイン, タイムアウト）を行い, 鎮静を開始する.

➤ 介助の注意点

鎮静は鎮痛薬（例：フェンタニル）, 鎮静薬（例：ミダゾラム）の順で投与する.鎮静薬投与後に鎮痛薬を投与すると, 呼吸抑制が生じやすいためである.

3) 検査開始

リドカインを散布し局所麻酔しながら, 気管支鏡を挿入し, 気管・気管支を観察する.

➤ 介助の注意点

口腔内の分泌物が多ければ, 適宜吸引を行う.体動が多ければ, 鎮痛剤もしくは鎮静剤を適宜追加する.

4) 誘導

VBNを参照しながら, 気管支鏡を病変に向かって進めていく.X線透視を適宜用いて, 気管支鏡の進行方向が病変に向かっているかを確認する.

5) 同定

可能な限り気管支鏡を病変近傍まで誘導した後、超音波プローブを気管支鏡の鉗子チャンネルから挿入し、X線透視を参照しながら、病変に向かって進め、r-EBUSをスキャンして病変を同定する。

➤ 介助の注意点

X線透視で病変の位置や胸膜との位置関係が確認しづらい場合、Cアームを回転、もしくは体位変換して、左もしくは右前斜位像でこれらの確認を行う。r-EBUS スキャン中に超音波プローブ先端が屈曲部を通過すると容易に破損する。そのため、超音波プローブ先端が気管支鏡またはガイドシース外へ出たことを確認してからフリーズボタンを押してスキャンを開始する。そして、気管支鏡またはガイドシース内に超音波プローブが収納される前に必ずフリーズボタンを押してスキャンを終了する。

6) 検体採取

r-EBUS で同定した部位から各生検器具で検体採取を行う。鉗子生検は 5～10 個の検体採取が目安となる。必要に応じて、気管支洗浄を生検終了後に行う。

➤ 介助の注意点

確実な検体採取のために、鉗子は X 線透視下に完全に開いたことを確認してから閉じる。

気胸防止のために、鉗子を閉じて引き抜く際に抵抗があり胸膜が強く引っ張られる場合は、鉗子を開いて生検をやり直す。

生検後に出血した際、気管支鏡を責任気管支に楔入 (wedge) し持続吸引することで止血する。大量出血時は止血剤を気管支内に散布し、健側の換気を保つために患側を下に体位変換する。バイタルサインの変化に備え、応援の依頼、救急カートの用意を速やかに行う。

7) 検体処理

組織検体は速やかにホルマリン固定する。必要時（間質性肺疾患における TBLB など）、固定前に注射器で陰圧をかけて膨らます。ブラシなどの細胞診検体で塗抹法を行う際には、スライドガラスに塗抹したのち、速やかにアルコール固定する。

➤ 介助の注意点

組織検体は強くつまむと挫滅の恐れがある。また濾紙に強くなすりつけると検体をロスするため、丁寧な取り扱いを心がける。細胞診検体（塗抹法）が標本作成側の要因で不適正標本になりやすい代表例として、厚すぎる塗抹、乾

乾燥による観察困難が挙げられる。2枚のスライドガラスではさみこむ時、細胞が薄く均一になるよう適度な圧をかけること、スライドガラスをすり合わせた直後から細胞が乾燥するため、素早く（1秒以内に）アルコール固定を行うことが重要である。医師、看護師などが検体処理を行う場合、細胞診検査士に各施設での適切な処理方法を確認、教えてもらっておく。

8) 検査終了

止血を確認したのち、気管支鏡を抜去する。

➤ 介助の注意点

バイタルサイン、覚醒状態、呼吸状態を観察し、マウスピースを外して口腔内を確認する。退室基準を満たしたことを確認したのちにモニター類を外し、ストレッチャーに移乗する。リカバリー中の酸素投与量、体位、安静時間、胸部X線写真での気胸確認、抗血小板薬・抗凝固薬再開日、予防的抗菌薬処方などの指示を医師に確認する。使用薬剤・量、手技コスト、提出検体などを記録する。

【特に留意する合併症】

本学会の全国調査では、2016年に実施された末梢肺病変に対する鉗子生検55,335例のうち、気胸が0.70%、肺炎・胸膜炎が0.46%、重度の出血（300mL以上の出血量または輸血を要する）が0.45%で合併したことが報告されている²⁾。

1) 気胸

検査後に呼吸困難や胸痛などの症状があれば、直ちに胸部X線写真で気胸の有無を確認する。無症状の場合は、施設ルールに従う。なお、British Thoracic Societyのガイドラインでは、症状がない場合、生検直後の胸部X線写真撮影はあまり意義がなく、必要性は低いとしている³⁾。

2) 肺炎・胸膜炎

予防的抗菌薬投与は一般的に不要とされるが⁴⁾、鼻腔や口腔内の細菌が付着した気管支鏡がそのまま下気道に挿入されるため、下気道感染症のリスクは無視できない。2016年の本学会の全国調査では、54.8%の施設で予防的抗菌薬が行われ、そのうち全例に行っている施設が31.9%、症例を選択して使用している施設が68.1%であった³⁾。

3) 出血

凝固異常をきたす臨床的な危険因子がある場合には凝固能検査，血小板数計測，ヘモグロビン値測定を行う。また，血小板数が 20, 000/mL 以下であれば気管支鏡は施行できるが，生検が予定されている場合には，検査前に血小板輸血の必要性を血液内科と相談する³⁾。

<参考文献>

- 1) Ali MS, Trick W, Mba BI, et al. Radial endobronchial ultrasound for the diagnosis of peripheral pulmonary lesions: A systematic review and meta-analysis. *Respirology*. 2017;22:443-453.
- 2) Horinouchi H, Asano F, Okubo K, et al. The incidence of hemorrhagic complications was lower with the guide sheath than with the conventional forceps biopsy method: Results of bronchoscopy in the 2016 nationwide survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy. *J Bronchology Interv Pulmonol*. 2020;27:253-258.
- 3) 日本呼吸器内視鏡学会安全対策委員会. 手引書—呼吸器内視鏡診療を安全に行うために—第4版.
- 4) Du Rand IA, Blaikley J, Booton R, et al. British Thoracic Society guideline for diagnostic flexible bronchoscopy in adults: accredited by NICE. *Thorax*. 2013;68 Suppl 1:i1-i44.

メディカルスタッフのための気管支鏡の手引き 1-3

中枢診断気管支鏡：EBUS-TBNA, EUS-B-FNA についての解説

【重要ポイント】

・超音波気管支鏡ガイド下針生検（endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration：EBUS-TBNA）および経食道的気管支鏡下穿刺吸引生検法（endoscopic ultrasound with bronchoscope-guided fine needle aspiration：EUS-B-FNA）は、コンベックス走査式超音波気管支鏡を用いて経気道ないしは経食道的に標的病変を観察し、リアルタイムガイド下に検体採取が可能な手技であり、末梢肺病変に対する診断的気管支鏡と比較し、診断率が高い。

・しかし、その特殊性から通常の気管支鏡と比較し、気管・気管支・食道周囲の解剖学的知識が必要となる。主な合併症として出血（0.68%）、感染（0.19%）が報告されており、スコープ破損の頻度が1.33%と高いことが報告されている。その修理費は高額となることが多いため、術者および介助者は手技の手順を熟知し、生検針含め機器の取り扱いに注意する必要がある。

【概要】

超音波気管支鏡ガイド下針生検（endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration：EBUS-TBNA）は、気管支鏡先端にコンベックス型の超音波プローブおよび鉗子孔を有するコンベックス走査式超音波気管支鏡（以下、超音波気管支鏡）を用いて経気道的に気管・気管支の壁外にあるリンパ節（縦隔あるいは肺門リンパ節）ないしは肺病変を観察し、気管・気管支壁を貫いて標的病変に針を刺し、細胞や組織を吸引して採取する方法である。経食道的気管支鏡下穿刺吸引生検法（endoscopic ultrasound with bronchoscope-guided fine needle aspiration：EUS-B-FNA）は、超音波気管支鏡を食道に挿入し、EBUS-TBNAと同様の手技を経食道的に行う方法である。EBUS-TBNAでは気管・気管支に接し、超音波気管支鏡が到達可能な範囲にある病変についてリアルタイムガイド下に針生検が可能であり、EUS-B-FNAで

は、食道に接する病変で針生検が可能である。いずれにおいても検体採取による病理診断および採取検体を用いたバイオマーカー診断が目的となる。

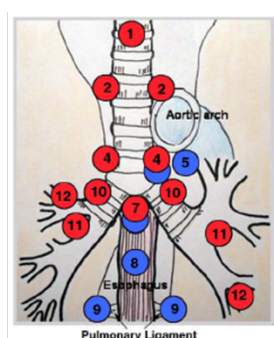
本稿では、日本呼吸器内視鏡学会の気管支鏡テキスト第3版¹⁾およびオリンパス社のEBUS-TBNA/GS手技ハンドブック第2版²⁾を参考に、EBUS-TBNA、EUS-B-FNAの適応、効果、必要物品、手技の実際、留意すべき合併症について簡潔に述べる。

【適応】

気管・気管支ないしは食道に接する肺門・縦隔リンパ節、肺病変の診断が適応となる。適応については以下の疾患が挙げられる。

- ① 肺門・縦隔リンパ節腫大を伴う肺腫瘍（病期診断を含む）
- ② 縦隔腫瘍
- ③ サルコイドーシスやリンパ腫などのリンパ増殖性疾患
- ④ 結核性リンパ節炎などの感染性疾患
- ⑤ 気管・気管支ないしは食道に接する肺病変

超音波気管支鏡が到達可能な病変であればアプローチ可能であるが、経気道的アプローチであるEBUS-TBNAと経食道的アプローチであるEUS-B-FNAで到達可能なリンパ節が異なることに注意する必要がある（図1）³⁾。また、EBUSおよびEUSを併用することで、縦隔リンパ節転移の検出感度が上昇することが報告されており、両者の併用を推奨している国際的なガイドラインもある⁴⁾。



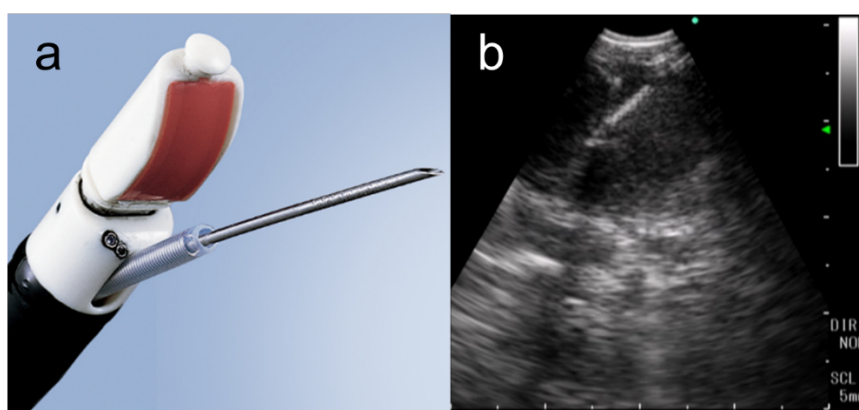
● 気管・気管支からアプローチ可能 (EBUS-TBNA)

● 食道からアプローチ可能 (EUS-B-FNA)

図1 各々のモダリティで到達可能な肺門・縦隔リンパ節マップ（文献3）から引用）

【禁忌】 通常の気管支鏡検査と同様であり，絶対的な禁忌はほとんどない。

【期待される結果】 気管・気管支または食道に接する病変からリアルタイムガイド下に針生検を行い（図2），採取検体による病理診断および採取検体を用いた治療選択に関わるバイオマーカー診断を行うことができる。リアルタイムガイド下に検体採取が可能であることから，ACCP ガイドライン第3版⁵⁾では，EBUS-TBNA は感度 89%，特異度 100%と診断率が高いことが報告されている。また，外科的生検法と比較し，侵襲性が低いため，実施可能な施設では，外科的生検よりもまず先に行われるべき検査とされる。



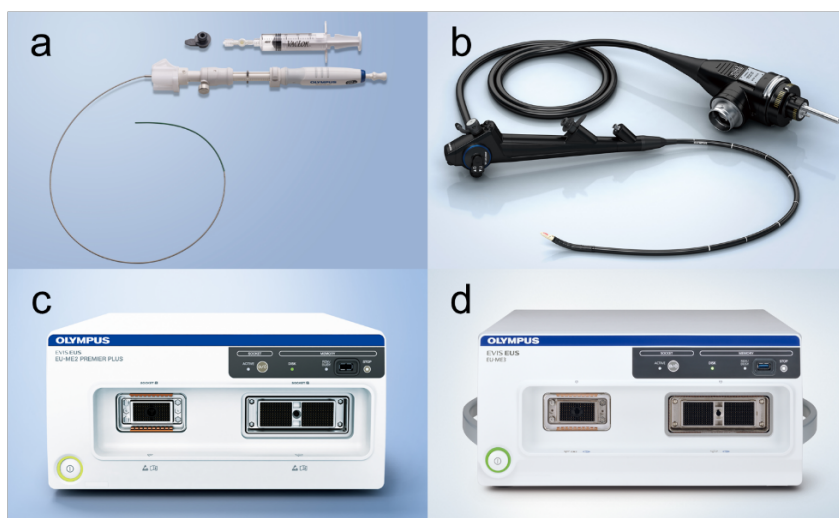
画像提供：オリンパスマーケティング株式会社

図2 針生検時の穿刺イメージ（a：超音波気管支鏡の先端と穿刺針，b：超音波画像（Bモード））

【必要物品】

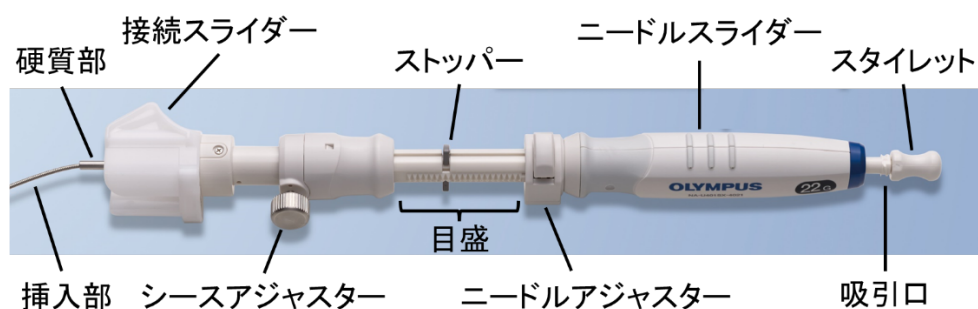
- ① ディスポーザブル吸引生検針（気管支鏡用）（図3 a，図4）
例：ViziShot®, ViziShot®2（オリンパス社），Expect™ Pulmonary（ボストンサイエンティフィック社），EchoTip® ProCore, EchoTip® Ultra（クック社）など
- ② コンベックス走査式超音波気管支鏡（図3 b）
例：BF-UC260FW, BF-UC290F（オリンパス社），EB-530US（富士フィルム社），EB-1970UK（ペンタックス社）など
- ③ 内視鏡用超音波観測装置（図3 c，d）
例：EU-ME1, EU-ME2, EU-ME3（オリンパス社）など

- ④ 専用ラテックスバルーン (MAJ-1351 (オリンパス社))
- ⑤ 病理標本 (細胞診・組織診) 作成のためのスライドガラス, スピッツ, ホルマリン瓶



画像提供：オリンパスマーケティング株式会社

図3 必要物品の例 (a：ディスポーザブル吸引生検針 (気管支鏡用) 生検針 (ViziShot®2), b：コンベックス走査式超音波気管支鏡 (BF-UC290F), c, d：内視鏡用超音波観測装置 (c：EU-ME2, d：EU-ME3))



画像提供：オリンパスマーケティング株式会社

図4 吸引生検針の構造 (ViziShot®2 (オリンパス社))

【手技の実際】

本邦で最も普及しているオリンパス社製の超音波気管支鏡および吸引生検針を用いた EBUS-TBNA 手技を中心に解説する.術者と介助者は手技の前に必ず

吸引生検針の構造を理解しておく必要がある（図4）。

① スコープの挿入

EBUS-TBNA で使用する超音波気管支鏡は、可視範囲 80°、前方斜視鏡（BF-UC260FW は前方 35°、BF-UC290F は前方 20°）であり、直視である通常気管支鏡と比較し、見え方が異なる。そのため、内視鏡画面で内腔全体をやや腹側に保つように声帯を通過させ、気管・気管支壁に接触しないように注意する。

なお、EBUS-TBNA は局所麻酔下で可能であるが、通常気管支鏡と異なり、超音波プローブを気管・気管支壁に接触させる必要がある。また、肺がんの病期診断を行う際には検査時間も長くなる。そのため、十分な局所麻酔および鎮静が必要である（麻酔・前処置、鎮静方法は別章参照）。

② 標的病変の描出および穿刺位置の決定

声門下に超音波気管支鏡を挿入後、バルーンが内視鏡画面で右下に視認できるまで生理食塩水ないしは滅菌蒸留水（約 0.3mL 程度）で膨らませる（図5 a）。

標的病変を描出する際には、事前の胸部 CT 画像、気管分岐部などの内腔所見、周囲の血管等の構造物との位置関係から、気管・気管支内腔のどの位置で描出できるかを考えながら、超音波プローブを気管・気管支壁に接触させる。標的病変の描出後、超音波画像（B モード）をみながら気管支鏡を前後左右にゆっくり動かし、病変の最大断面を描出する。その後、ドップラーモードで穿刺ラインの大血管や気管支動脈の有無、病変内の血流の評価を行い、可能であればエラストグラフィモードを用いて病変内の硬さの評価を行う（図6）。

特に肺癌症例においては、転移リンパ節を示唆する所見として、超音波画像（B モード）において短径 1 cm 以上、円形、辺縁明瞭、内部不均一、リンパ節の門構造消失、凝固壊死所見、ドップラーモードでの豊富な血流、エラストグラフィモードで青色（周囲組織より硬いことを示唆）を示すことが知られている。そのため、効率的に検体を採取するために上記超音波画像を参考に穿刺病変・穿刺位置を決定する。

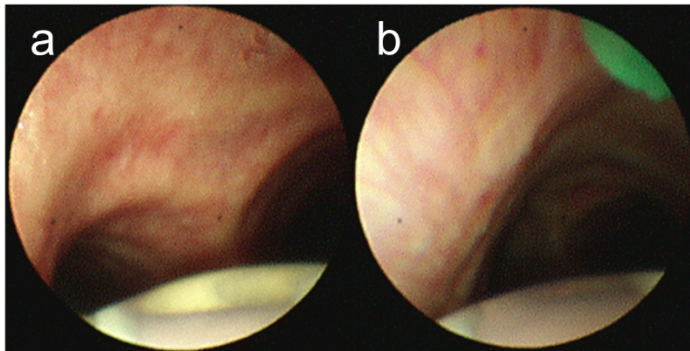


図5：超音波気管支鏡の内腔画像（a：バルーンを膨らませた後，b：吸引生検針の外筒セット後）

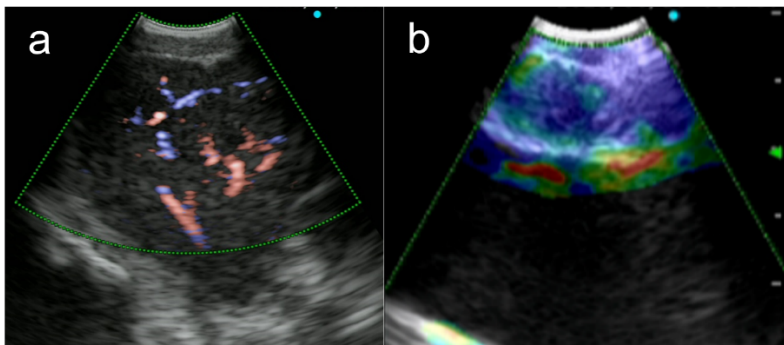


図6：超音波気管支鏡の超音波画像（a：ドップラーモード，b：エラストグラフィモード）

a：ドップラーモードでは，穿刺ラインに気管支動脈や太い血管はなく，リンパ節内は血流が豊富（悪性所見）であることが確認できる．

b：エラストグラフィモードでは，対象病変の硬さを評価できる．リンパ節全体が青色（硬いことを示唆）に描出され，悪性が疑われる．

③ 吸引生検針の装着

吸引生検針は確実に針が収納・ロックされていることを確認する．吸引生検針をスコープに挿入し，専用鉗子栓に接続する．吸引生検針を奥まで挿入後，接続スライダーを気管支鏡方向にスライドさせ，吸引生検針が確実に気管支鏡に固定されていることを確認する．また，しばしば吸引生検針の装着時に針を曲げて（折って）しまうことがある．術者・介助者は吸引生検針を扱う際に，常に針の根元（挿入部から硬質部への移行部）が折れないように注意し，確実な受け渡しを行う必要がある（図7）．

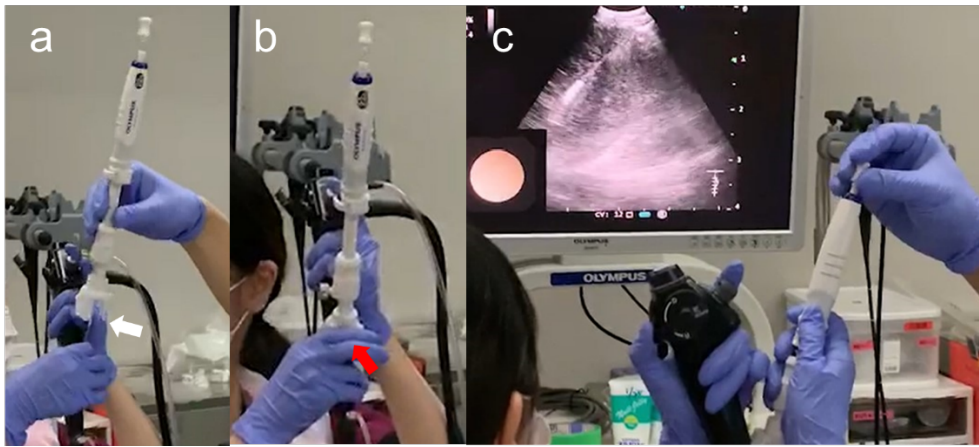


図7：吸引生検針の装着および穿刺前・穿刺時のスタイレット操作

a：針の根元（挿入部から硬質部への移行部）は折れやすいため（白矢印），介助者は針が折れないように術者に確実に吸引生検針を受け渡す．

b：吸引生検針を奥まで挿入後，接続スライダーを気管支鏡方向にスライドさせ（赤矢印），固定する．また，穿刺の前にスタイレットを1 cm程度引き抜いておく．

c：穿刺後，採取検体への気管・気管支上皮や軟骨の混入を防ぐため，スタイレットを吸引生検針の先端までしっかりと挿入する．

④ 穿刺

吸引生検針を挿入後，シースアジャスターを緩め，外筒が内視鏡画面でわずかに確認できる位置まで押し出して固定する（図5 b）．外筒は長すぎると超音波プローブが気管・気管支壁から遠ざかり，標的病変が描出できなくなるため，適切な長さに調整する．

穿刺は超音波画像を参考に，軟骨を意識し，軟骨間靱帯を通過するように行う（図8 a）．針の通過ルートを意識し，標的病変の中心を超音波画像でやや左側に置くイメージで穿刺を行う（図8 b）．穿刺の際には，超音波プローブを気管・気管支壁に接触させるため，患者の呼吸や咳嗽などにより超音波画像が固定できないことも少なくない．その際には，気管支鏡を患者の口元で介助者に保持してもらうことで，超音波画像の呼吸性変動を少なくすることができる．また，穿刺時に穿刺の抵抗で超音波プローブが気管・気管支壁から離れてしまい，対象病変の描出が不明瞭になってしまう際には，術者の穿刺に合わせて介助者に気管

支鏡を押し支えてもらう。

穿刺の際には、前もってスタイレットを針から1cmほど引き抜いておく(図7a, b)。穿刺後、吸引生検針内に入り込んだ気管・気管支上皮や軟骨を押し出すために、スタイレットを針の先端まで挿入する(図7c)。その後、スタイレットを抜き、バックロックシリンジを装着する。通常-20mLの陰圧をかけるが、対象病変の血流が豊富な場合や逆血が多い場合には、陰圧を減らしたり(-5~10mL)、バックロックシリンジを使用せずにスタイレットをゆっくり引きながら針を動かす方法(Slow pull method)で、より弱い陰圧で検体採取を行うこともある。EBUS-TBNAの検体は、しばしば多量の血液の混入が問題となる。そのため、穿刺中はバックロックシリンジ内への逆血の有無を常に確認し、逆血がある際には穿刺を中止する。

針を動かす際には、介助者は患者の口元で気管支鏡を固定し、術者は超音波画像を確認しながら、病変内で針を20~30回程度ストロークする。その際には、なるべく長いストローク長で、かつ気管支鏡のアップ・ダウンおよびローテーションを組み合わせる様々な面から検体を採取する。穿刺の際には、誤穿刺を避けるため、針の先端が超音波画像で常に確認できるように気管支鏡を操作する。

抜去の際は、針の先端が病変内にある状態でバックロックシリンジを外し、ニードルスライダーを保持して針をクリック感のある位置まで完全に引き戻す。ニードルアジャスターをロックし、針が完全に収納された状態で気管支鏡から吸引生検針を抜去する。気管支鏡に極端な屈曲を要するような病変へ穿刺を行っている際には、気管支鏡のアップ・ダウンを緩めてから吸引生検針の装着・抜去を行うことで気管支鏡の破損を防ぐことができる。

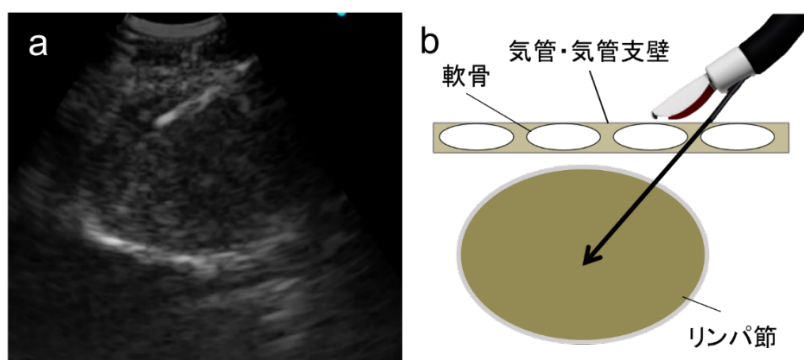


図8：軟骨を意識した穿刺ルート決定（a：超音波画像，b：模式図）

⑤ 検体処理

検体処理は、国や施設によってばらつきがあるが、筆者が所属した施設での方法について以下に述べる。実施前に各施設で病理部門と相談し、施設毎に合った検体処理方法を模索する必要がある。

1. 吸引生検針を抜去後、針をスライドガラス上に出し、シリンジを用いて空気で吹き付ける（図9 a）。その際に、もう1枚のスライドガラスで検体をロスしないように囲っておく。生検針内が詰まり、空気のシリンジで検体が押し出せない場合には、スタイレットを生検針内に挿入し、スライドガラス上に検体を押し出す。
2. スライドガラス上の組織検体（糸状のコア検体）をピンセットでつまみ、ホルマリン固定する（図9 b）。
3. スライドガラス上に残った検体をもう1枚のスライドガラスを重ねて押し広げ、1枚は速やかに95%エタノールに入れ、湿固定（パパニコロウ染色用）とする。もう1枚は迅速細胞診のための乾燥標本（Diff-Quik 染色用）とする（図9 c）。
4. 生食2～3mLを用いて生検針内を洗浄し、スピッツに入れ、洗浄細胞診および培養検査に提出する（図9 d）。

⑥ 検査終了後

検査終了後は、規定の方法で洗浄プロセスをおこなうが、先端のバルーンを外すことを忘れがちである。術者、ないし助手がきちんと外すことをルール化しておくといい。

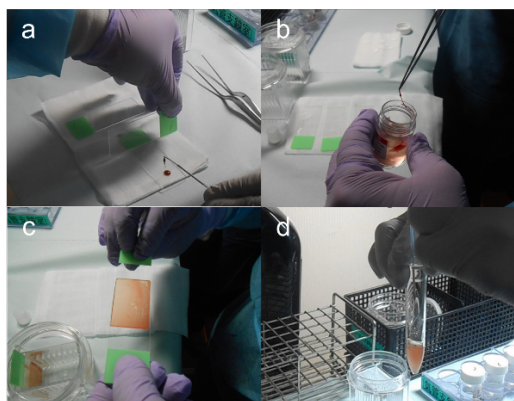


図9：検体処理

【特に留意する合併症】

日本呼吸器内視鏡学会が本邦で行ったアンケート調査⁶⁾では、EBUS-TBNAによる合併症の発症率は 1.23%，死亡率は 0.01%であった。頻度の高い合併症として、出血（0.68%）、感染（0.19%）、気胸（0.03%）が報告されている。特に感染のうち、縦隔炎は重症化することもあるため、生検針を清潔に保つ必要がある。また、気管支鏡が通過する部位に存在する、口腔内常在菌を含む細菌への対策やそれらへの予防的抗菌薬投与の是非については今後の課題とされる。

加えて、機器の破損として、31.9%の施設でスコープの破損が報告されており、その頻度は 1.33%，穿刺針の破損も 0.2%に生じていた。特にスコープの破損は修理費が高額となることが多いため、生検針の扱いには常に注意する必要がある。EBUS-TBNA および EUS-B-FNA は通常の気管支鏡と比較し、気管・気管支・食道周囲の解剖学的知識や機器の取り扱い方の習熟が必要とされる。

施設で初めて導入する際には、日本呼吸器内視鏡学会の定期学術集会ないしは地方会で開催されているトレーニングコースや学会ホームページで閲覧可能な e-learning の受講、近隣の症例を多く経験している施設への見学等で十分に学んだあとに実施することをお勧めしたい。

文献

- 1) 気管支鏡テキスト第 3 版. 日本呼吸器内視鏡学会編. 医学書院. 2019 年.
- 2) EBUS-TBNA/GS 手技ハンドブック第 2 版. オリンパス株式会社. 2014 年.
- 3) Yasufuku K, Chiyo M, Koh E, et al. Endobronchial ultrasound guided transbronchial needle aspiration for staging of lung cancer. *Lung Cancer*. 2005;50(5):347–54.
- 4) Vilmann P, Clementsen PF, Colella S, et al. Combined endobronchial and esophageal endosonography for the diagnosis and staging of lung cancer: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline, in cooperation with the European Respiratory Society (ERS) and the European Society of Thoracic Surgeons (ESTS). *Endoscopy*. 2015;47(6):545–59.
- 5) Silvestri GA, Gonzalez AV, Jantz MA, et al. Methods for staging non-small cell lung cancer: Diagnosis and management of lung

cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2013;143(5 Suppl):e211S–e250S.

- 6) Asano F, Aoe M, Ohsaki Y, et al. Complications associated with endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration: a nationwide survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy. *Respir Res*. 2013;14(1):50.

メディカルスタッフのための気管支鏡の手引き 1-4

気管支鏡手技についての解説

クライオ生検 (Cryobiopsy)

【重要ポイント】

- ・クライオ生検とは、クライオプローブを用い、肺組織を冷凍させて採取する手技である。
- ・気管支鏡による肺生検としては大きな組織が採取できるため、診断確定の可能性が高くなる反面、喀血、気胸などの合併症のリスクがやや高くなる。
- ・クライオ生検は、合併症による緊急事態に対応可能な設備で行う必要がある。

【概要】

肺感染症（俗に言う肺炎）、間質性肺炎、肺癌などの呼吸器疾患の診断を目的とした気管支鏡検査は安全に実施できることが示されている。しかしながら、間質性肺炎の確定診断、肺癌における遺伝子診断においては多くの組織量を必要とするため、通常の気管支鏡では診断が困難とされている。

クライオ生検はクライオプローブの内部を二酸化炭素が流れることによりジュール・トムソン効果で先端に接触した組織を凍結し、引きちぎって採取する手技である。最近では気管支鏡にこのクライオプローブを用いて組織採取を行うと通常の鉗子生検よりも8～10倍の大きく挫滅のない検体が得られ、診断率が向上することが証明されている。

本邦では2017年に薬事承認を得て使用できるようになった比較的新しい手技であるため、機器の取り扱い、適応、合併症に関する知識を深めた上で、患者観察や介助を行うことが重要である。組織を多く採取できるという反面、その合併症として出血・気胸のリスクが高くなるため、手技の必要性和それに伴うリスクについて十分な理解が得られた上で、患者から同意を得る必要がある。クライオ生検は、緊急事態に対応可能なスタッフと設備で行うことが必須である。

【適応】 気管支鏡で直接確認できる中枢気道病変、直接確認できない末梢肺病変、びまん性肺疾患に対する生検の他、気道異物除去と気道閉塞解除が薬事承認で認められている用途である。

【禁忌】 通常の気管支鏡検査と同様である。処置の理解が得られない患者、抗血小板薬および抗凝固薬の休薬ができない患者、肺高血圧のコントロールが不良な患者は適応外となりうる。

【鎮静】 良好な鎮静により、クライオ生検が良好に行えることが分かっており、ミダゾラム＋フェンタニルなどを用いた中等度以上の鎮静ないし全身麻酔

で行うことが推奨されている。

【期待される結果】

1) 中枢気道病変

気管支鏡で直接確認できる中枢気道病変に対する組織採取では、クライオ生検では鉗子生検よりも大きい組織が得られ、診断率が高い（95% vs. 85%）¹⁾。クライオプローブは 1.7～2.4 mm が用いられ、凍結時間は 3～5 秒が目安となる。生検だけでなく気道閉塞解除を兼ねる症例などでは、硬性気管支鏡を用いて処置を開始し、止血にアルゴンプラズマ凝固装置を用いることがある。

2) 末梢肺病変

肺の奥の方まで気管支鏡は到達できないため、通常は末梢肺病変を気管支鏡で直接確認できない。そのため、末梢肺病変は中枢気道病変よりも診断率が低下する。大きな組織を採取できるクライオ生検が、末梢肺病変の診断率で鉗子生検を上回るかどうかは、まだ一定の見解は得られていないが、極細径気管支鏡に 1.1 mm クライオプローブを用いた検討では、クライオ生検の診断率は鉗子生検と比較して良好であった（62% vs. 54%）²⁾。また、肺癌遺伝子診断・Programmed cell death Ligand-1（PD-L1）の解析成功率は、クライオ生検検体の方が鉗子生検検体よりも良好もしくは同等であることが報告されている。目的や病変の位置・大きさなどに応じて、使用する気管支鏡（極細径気管支鏡、細径気管支鏡、処置用気管支鏡）やガイドシースの併用の有無が施行医によって決定される。クライオプローブは 1.1～1.9 mm が用いられ、凍結時間は 3～11 秒と幅広くなる。使用するデバイスが多岐にわたるため、施行医に確認することが重要である。出血対策には、後述するバルーン閉塞法や、2 スコープ法などが用いられる。

3) びまん性肺疾患（間質性肺炎）

クライオ生検では従来の鉗子生検で得られる肺胞組織より挫滅なく大きな組織を得ることができる。多職種合同会議（MDD）まで行くと外科的肺生検に近い診断率を示し（クライオ生検が約 80%、外科的肺生検が約 90%）、外科的生検よりも入院日数、死亡率が低いとされ、代替手技として注目されている³⁾。気管支鏡は処置用気管支鏡、クライオプローブは 1.7 または 1.9 mm が用いら

れ、凍結時間は 5～7 秒で行われる.出血対策は後述するバルーン閉塞法が主に用いられる.

【出血対策】

クライオ生検では、3～5 mm 四方の検体が採取される（図 1）.クライオ生検検体は気管支鏡の鉗子チャンネル内を通過しないため、魚釣りのように気管支鏡をクライオプローブごと体外へ引き抜いてから、検体を回収する必要がある.したがって、生検してから検体を回収し、気管支鏡を再挿入して止血動作に移るまで約 15 秒間は、出血に対して無防備な状態となる.そのため、以下の方法によって出血対策を行う.

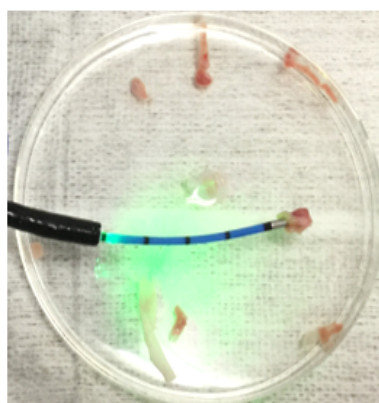


図 1. クライオ生検検体

1) バルーン閉塞法

カフ上部吸引機能付き気管チューブ（サセット気管内チューブ，スミスメディカル社）の側孔（サクションコネクタが入口，サクションホールが出口）からバルーンカテーテル（フォガティカテーテル，エドワーズライフサイエンス社）を挿入し、標的気管支に留置する.生検後直ちにバルーンを膨らませて予防的止血を行う（図 2）.中等度以上の出血（止血に 1 分以上かかる，もしくは冷却生理食塩水や止血剤の散布を要する）に対する安全性が高いと言われている.

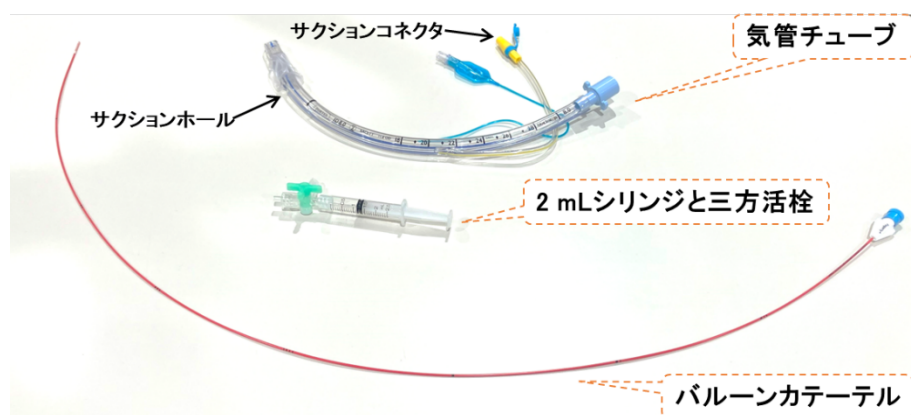


図 2. バルーン閉塞法に用いられる物品

2) 2 スコープ法

生検用と止血用のスコープ 2 本を使用することで、生検から止血動作までの時間を 5 秒程度に短縮する方法である。X 線透視下に生検位置を確定した後は、生検用気管支鏡の内視鏡画面は不要となるため、止血用気管支鏡を光源装置に接続し、止血担当医が待機する。術者が生検後、止血担当医が可及的速やかに止血動作に移る。

【必要物品】

機器・機材：気管支鏡，光源装置，クライオ機器（ERBE CRYO2[®]，エルベ社：図 3），X 線透視装置，気管チューブなど

クライオプローブ：リユースタイプ 1.9, 2.4 mm，シングルユースタイプ 1.1, 1.7, 2.4 mm（エルベ社）

バルーン閉塞法：バルーンカテーテル（フォガティカテーテル，エドワーズライフサイエンス社），カフ上部吸引機能付き気管チューブ（サセット気管内チューブ，スミスメディカル社），オリーブオイルなど

検体処理台：ホルマリン瓶，生理食塩水入りシャーレまたはコップなど

その他：点滴・注射，局所麻酔用リドカイン，経皮的酸素飽和度測定器，血圧計，心電図モニターなど



図 3. クライオ機器

【手技の実際】

1) 事前準備

検査の目的, 対象 (中枢気道病変, 末梢肺病変, びまん性肺疾患), 部位, 方法, 止血方法 (バルーン閉塞法または 2 スコープ法, 中枢気道病変の場合はアルゴンプラズマ凝固装置の準備), 麻酔方法, 使用機器, 併存疾患やリスクなどについて情報収集し, 気管支鏡チーム内で共有する. 検査情報に基づいて, 機器のセッティングや検体処理台の準備を行う.

2) 患者入室後・検査前

施設で定められた手順に従い, 事前確認 (ブリーフィング, サインイン, タイムアウト) を行い, 鎮静を開始する.

3) 検査開始

リドカインを散布し局所麻酔しながら, 気管支鏡を挿入する. 続いて, 気管チューブの挿管, 気管・気管支の観察を行う.

・びまん性肺疾患に対するクライオ生検 (バルーン閉塞法で止血する場合)

4) バルーンカテーテルの留置

気管チューブのサクションコネクタからバルーンカテーテルを挿入する. 内視鏡画面でバルーンカテーテル先端を視認しながら標的気管支へ誘導し, 区域～亜区域レベルに留置する. バルーンのインフレーションテストを行う.

5) クライオプローブの挿入

気管支鏡を標的気管支に誘導したのち、クライオプローブを挿入し、X線透視を参照しながら、胸膜に接触するまで押し進める。そこから1 cm（≒X線透視下に視認できるクライオプローブ先端の金属チップの長さ）引き戻した位置が生検部位となる。

6) クライオ生検

フットスイッチを踏んで凍結したのち、クライオプローブを気管支鏡ごと体外へ引き抜く。同時に、バルーンを膨らませて予防的止血を行う。クライオプローブ先端をシャーレの生理食塩水に浸し、解凍された検体を撮子で剥離したのち、ホルマリン固定する。クライオプローブを抜去したのち気管支鏡を再挿入し、バルーン閉塞による止血に成功しているかを確認する。バルーンを適宜デフレーションし、止血を確認する。

・末梢肺病変に対するクライオ生検（2スコープ法で止血する場合）

4) 誘導・同定

気管支鏡を標的気管支に誘導したのち、超音波プローブを挿入し、X線透視を参照しながら、病変に向かって進め、病変を同定する。鉗子などで検体採取を先行して行う。

5) クライオプローブの挿入・止血用気管支鏡の準備

クライオプローブを挿入し、X線透視下に生検部位を確定する。生検用気管支鏡のスコープコネクタを光源装置から着脱し、介助者が保持する。止血用気管支鏡を光源装置に装着したのち、止血担当医が待機する。

6) クライオ生検

フットスイッチを踏んで凍結したのち、術者がクライオプローブを生検用気管支鏡ごと体外へ引き抜く。止血担当医が止血用気管支鏡を再挿入し、可及的速やかに標的気管支へ楔入する。クライオプローブ先端をシャーレの生理食塩水に浸し、解凍された検体を撮子で剥離したのち、ホルマリン固定する。

7) 検査終了

止血を確認したのち、気管支鏡を抜去する。

【特に留意する合併症】

クライオ生検の主な合併症は、出血と気胸である。生検の対象、実施方法、患者背景、手技経験数などの違いにより、合併症の発生率と重症度が大きく異なる点に留意する。クライオ生検を安全に施行するために、合併症リスクを検査前

のカンファランスで吟味し、気管支鏡チーム内で共有することが重要である。

1)気胸

びまん性肺疾患における入院の延長が必要な気胸の合併率は、クライオ生検で7.7%、鉗子生検で5.2%とされる⁴⁾。一方、末梢肺病変における気胸の合併率は鉗子生検で0.7%、クライオ生検で0~5.7%とびまん性肺疾患と比較して少ない^{5) 6)}。C アーム X 線透視下に、胸膜との距離を十分に確認して生検を施行する。呼吸困難や胸痛などの症状があれば、直ちに胸部 X 線で気胸の有無を確認する。無症状の場合も、通常の間気管支肺生検と同様に施設ルールに従い、撮影を行う。

2)出血

びまん性肺疾患において、検査中にバルーンカテーテルによる一時的な気管支閉鎖が必要となる出血の合併率は、クライオ生検が56.4%に対して、鉗子生検が34.2%といわれる⁴⁾。一方、末梢肺病変における重度の出血の合併率は鉗子生検で0.45%、クライオ生検で1.2%と報告されている^{6) 7)}。検査中に起こり得る緊急事態に、生検後の大量出血が挙げられる。責任気管支へのバルーン閉塞が失敗、もしくは気管支鏡の楔入に遅れが生じることも念頭に置いて、あらかじめ十分な人員を動員し、万全の準備を行うべきである。視野を確保できない場合は X 線透視を併用し、迅速に責任気管支へ気管支鏡を楔入した上で、止血剤の注入、患側を下にした体位変換、片側挿管などの対処を行う。

<参考文献>

- 1) Hetzel J, Eberhardt R, Herth FJ, et al. Cryobiopsy increases the diagnostic yield of endobronchial biopsy: a multicentre trial. *Eur Respir J*. 2012;39:685-690.
- 2) Oki M, Saka H, Kogure Y, et al. Ultrathin bronchoscopic cryobiopsy of peripheral pulmonary lesions. *Respirology*. 2023;28:143-151.
- 3) Ravaglia C, Bonifazi M, Wells AU, et al. Safety and diagnostic yield of transbronchial lung cryobiopsy in diffuse parenchymal lung diseases: A comparative study versus video-assisted thoracoscopic lung biopsy and a systematic review of the literature. *Respiration*. 2016; 91:215-227.

- 4) Pajares V, Puzo C, Castillo D, et al. Diagnostic yield of transbronchial cryobiopsy in interstitial lung disease: a randomized trial. *Respirology*. 2014;19:900-906
- 5) 品川 尚文, 今林 達哉, 沖 昌英ら. クライオ生検指針—安全にクライオ生検を行うために—第 1.1 版, 気管支学. 44 : 121-131, 2022.
- 6) Horinouchi H, Asano F, Okubo K, et al. The incidence of hemorrhagic complications was lower with the guide sheath than with the conventional forceps biopsy method: Results of bronchoscopy in the 2016 nationwide survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy. *J Bronchology Interv Pulmonol*. 2020;27:253-258.
- 7) Matsumoto Y, Nakai T, Tanaka M, et al. Diagnostic outcomes and safety of cryobiopsy added to conventional sampling methods: An observational study. *Chest*. 2021; 160:1890-1901

メディカルスタッフのための気管支鏡の手引き 1-5

気管支鏡手技についての解説 インターベンション

はじめに

インターベンションとは、気管支鏡（気管支スコープという軟性気管支鏡や金属の筒でできた硬性気管支鏡）を用いた治療を総称している。

処置に関わるスタッフが物品手配、施行する際の順序、注意すべき点等を情報共有しておく。

今回は、インターベンションの中でも気道ステント留置術、および EWS®（Endobronchial Watanabe Spigot）を用いた気管支充填術に的を絞って概説する。

1) 気道ステント留置術

【重要ポイント】 気道ステント留置術は訓練された気管支鏡専門医と麻酔医のみならず、看護師、臨床工学技士等メディカルスタッフのチームワークが重要である。多職種で各症例に応じた術前のディスカッションを行い、各症例に応じて体外式膜型人工肺（extracorporeal membrane oxygenation：ECMO）を事前に準備すべきかなど細部までディスカッションを行う。

【概要】 肺癌などの悪性疾患や肺結核後遺症などの良性疾患による気道狭窄を解除するために、気管支鏡と、狭窄した気管・気管支を拡張させるステントを用いて治療を行う。¹

ステントの種類として 1)シリコンステント、2)自己拡張型金属ステント、3)ハイブリッドステントにおもに分類される。硬い筒状の気管支鏡（硬性気管支鏡）下では、1)～3)のいずれのステントも留置が可能であるが、軟性気管支鏡下では 2)および 3)のステントのみ留置が可能である(以下図 1)。²



図 1. わが国で使用可能なステント

a: T チューブ, b: Dumon ステント (円筒型)

c: Dumon ステント (Y 型, Y ステント)

d: Dumon ステント (砂時計型, ST ステント)

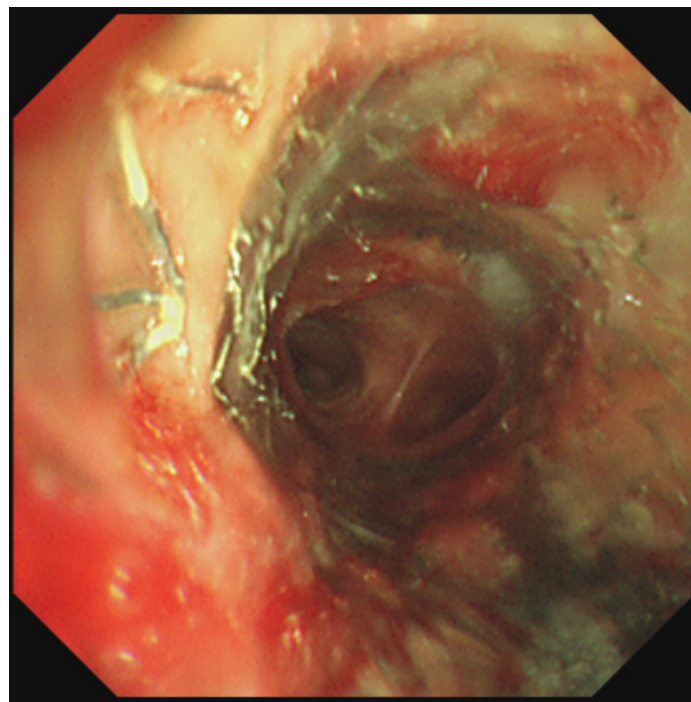
e: ウルトラフレックスステント (covered type)

f: ウルトラフレックスステント (uncovered type)

g: AERO ステント

(気管支鏡テキスト第 3 版 p 324 図 IV - 9 - 1 を引用)

例：AERO ステントを気管内に留置した 1 例



【適応】呼吸困難を伴う良・悪性疾患で薬物療法などの他の治療で効果が得られず、中枢気道に内腔の半分以上の狭窄があり、ある程度の予後が期待される場合（推定生存期間が 4 週間以上）、気道ステント留置術の適応である。最近では未診断や放射線治療前の悪性気道狭窄に対する temporary stenting も良い適応である。具体的な適応としては、1) 腫瘍性の気道狭窄、2) 非腫瘍性の気道狭窄

(気管支結核、気管切開後狭窄、気管挿管後狭窄など)、3) 気管気管支軟骨の病変(気管・気管支軟化症)、4) 気管気管支穿孔(気管食道瘻を含む)などが挙げられる。

【禁忌】気管支狭窄末梢側の肺血流が正常に保たれていない場合には、ステントを留置しても呼吸状態の改善が得られないため施行すべきではない。シリコンステントに比べ、金属ステントは長期に観察した知見が少なく、膜のない部位から肉芽の増生が起こり、抜去困難となるため抜去を考慮すべき良性疾患において金属ステントは推奨されていない。血管性の外圧性狭窄は、瘻孔形成による大咯血の可能性があり注意を要する。

【期待される結果】気道ステント留置後の呼吸困難や QOL の改善に関しては多くの報告がある。呼吸機能検査等による呼吸生理学的評価は他覚的な治療効果判定として有用であるが、追加治療の必要性の判断材料としても応用できる。

【必要物品】硬性気管支鏡下にステント留置を施行する場合には、硬性気管支鏡システム、軟性気管支鏡システム、X 線透視装置、高出力レーザー装置、アルゴンプラズマ凝固装置 (argon plasma coagulator : APC)、マイクロウェーブ、クライオプローブ、各種処置器具および気管支バルーン、気管支ステントを準備する。硬性気管支鏡システムは、硬性鏡管、テレスコープ、CCD カメラ、光源、テレビモニターで構成されている。細径の軟性気管支鏡を併用して狭窄部末梢の観察による状況把握と末梢の貯留痰を吸引しておき、術中の酸素化を良好に保つことも重要であるが、狭窄部からの出血を起こさないように注意して施行しなければならない。

【手技の実際】

- ① シリコンステント：全身麻酔下に硬性気管支鏡を気管に挿入し、狭窄部位を広げる。シリコンステントを筒状の専用イントロデューサーに詰め込み、エックス線透視装置下にて狭窄部位まで送り込み、イントロデューサーから押し出すことで留置する。
- ② 自己拡張型金属ステント (ultraflex stent, spiral relief stent)：全身麻酔下あるいは局所麻酔下に通常の気管支鏡を通して柔らかく細い金属製のガ

イドワイヤーを挿入する。次に X 線透視下で位置を確認しながらガイドワイヤーに沿って棒状に折りたたんだステントを挿入する。目的の位置で折りたたんだステントを広げながら気道内へ留置する。

- ③ ハイブリッドステント：局所麻酔下に通常気管支鏡を用いてあるいは全身麻酔下に硬性気管支鏡を用いて挿入する。折りたたまれたステントを収納したデリバリーシステムを用いて狭窄部位で広げ、留置する。
- ④ ステントの抜去：シリコンステントとハイブリッドステントは抜去可能であるため、役目を終えたステントは硬性気管支鏡下に硬性鏡鉗子を用いて抜去する。

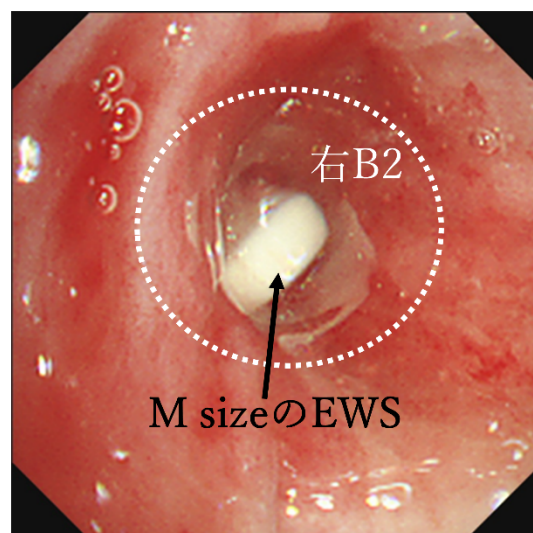
【特に留意する合併症】気道ステント挿入操作中に致命的な低酸素状態になる可能性のある患者や心機能に問題のある症例において、安全確保の目的で ECMO の適応を検討する。しかし、出血や血液吸入による肺炎、呼吸不全の合併症や準備が大変でコスト面での不利益もあるので、その適応には十分な検討が必要である。ステントはそれ自体が異物であるため、長期に留置した場合、ステント端に肉芽形成を起こすことがある。また、声門下腔や気管上部は肉芽形成を起こしやすい部位であるため、気管上部に留置する場合は特に注意が必要である。本来の気道内腔径より大きなサイズを留置した場合も肉芽形成が起こりやすい。ステント留置後は、合併症に注意し定期的に CT など経過を観察し、必要に応じて気管支鏡下観察を行う。気管上部の狭窄の場合は、多くの症例で術前より腫瘍の反回神経浸潤による声帯麻痺があり、ステント挿入後の誤嚥に注意すべきである。また、急変時の気管内挿管が困難であることも念頭に置く必要がある。硬性気管支鏡を使用した場合には、喉頭浮腫による呼吸困難が出現することがあり、長時間に及ぶ手術など喉頭浮腫が懸念されるような状況下では術中術後にステロイド（ヒドロコルチゾンなど）の投与をおこなえるように準備を行う。

2) EWS® (Endobronchial Watanabe Spigot) を用いた気管支充填術

【重要ポイント】気管支充填術は、エアリークの原因となる責任気管支を EWS® と呼ばれるシリコン製の充填物で詰め、エアリークの軽減、病態の改善を狙う手技である。その際、メディカルスタッフはバイタルサインの変動、エアリークの量等に留意しつつ、苦痛を減らしながら検査を安全に行うことが重要である。

【概要】EWS®は気胸、肺切除後の気漏などの治療法として開発されたシリコン製気管支充填材である。³渡辺らは、1991年に固形シリコンを用いた気管支充填術の有用性を報告し、2000年にシリコン製気管支充填材 EWS®を共同開発した。¹ 週間以上経過しても気胸の治りが悪く、低肺機能や心血管系疾患等併存疾患のため、手術が困難な場合や、胸腔ドレナージ・胸膜癒着療法を含めた内科的治療で病態制御が困難な場合などに、気胸の原因となっている瘻孔に対して気管支鏡を用いて瘻孔と交通すると思われる責任気管支を閉塞することで、瘻孔閉鎖を狙う。

例：右 B2 に M サイズの EWS®を留置した 1 例



【適応】続発性難治性気胸、肺切除後の遷延するエアリーク、有瘻性膿胸、他臓器との気管支瘻など

【禁忌】

一般的な気管支鏡検査が可能であれば、施行可能である。しかし、手術が困難な低肺機能患者の場合、鎮静剤投与に伴い呼吸抑制が生じ、高炭酸ガス血症患者ではCO₂ナルコーシスを発症する可能性に留意する。施行可能であれば、カプノメーター等の装着が望ましい。また気管支鏡検査前に血液ガスを測定することも肝要である。

【期待される結果】EWS®を目的の気管支に適切に留置することで、空気漏れの停止や減少、膿胸の改善が期待できる。難治性気胸、術後肺癰、有癰性膿胸などに対して気管支充填術を実施された報告では、57.1～86.0%の症例で改善しドレーンを抜去することができたと報告されている。⁴

【必要物品】通常の局所麻酔下で用いる気管支スコープ、挿管チューブ（カフなし、内径 8mm）、責任気管支同定のためのバルーンカテーテル（B5-2C;Olympus, Tokyo など）、形状修正用のメス刃、EWS®（サイズは 5mm(S), 6mm(M), 7mm(L) の 3 種類あり）、キュレット、EWS®充填用の把持鉗子 FG-14P(Olympus, Tokyo)、硫酸アトロピンなど

気管支充填材

EWS®

Endobronchial Watanabe Spigot



（原田産業株式会社ホームページより抜粋）

【手技の実際】

処置の手順

- (1)検査前の一食は絶食となる。
- (2)検査直前に咽頭麻酔を行う。
- (3)ベッドに仰向けに寝てもらい、検査の際には酸素濃度モニターや心電図モニターを装着する。酸素吸入を行う。その後点滴から鎮静剤を投与する。処置中の分泌物を減らすためにアトロピンを投与することを考慮する。その際、閉塞隅角緑内障や前立腺肥大で排尿障害がある場合、麻痺性イレウスではアトロピンを使用できないことに留意する。
- (4)気管支鏡を口から挿入し、挿管チューブを口元から気管に挿入する。気管支鏡を目的とする気管支まで挿入し、空気漏れの原因となっている気管支を確認するため、風船（バルーン）のついたカテーテルを気管支鏡に挿入し、事前にレントゲンや CT で疑われた気管支を塞ぎ、空気漏れが減る、または無くなるかどうか

かを確認する。またインジゴカルミンなどの色素を胸腔から入れてどの気管支から出てくるかを確認する方法や胸腔に造影剤を注入し X 線透視で空気漏れのある場所を見つける方法もある。

(5)原因となる気管支を確認後、鉗子やキュレットを使って EWS®を挿入し、気管支を塞ぐ。サイズは 5mm(S)、6mm(M)、7mm (L) の 3 種類あり、一部メスでカットすることもある。

塞ぐ場所や個数は病気の状態によって異なり、一回の処置で複数の充填材を使うことがある。他の充填材としてはフィブリン糊、シアノアクリル系の医療用アロンアルファ、ポリグリコール酸 (PGA) シートなどを併用する。

【特に留意する合併症】本手技に伴う最も頻度の高い合併症は充填部位末梢の感染である。また、気管支充填術後の EWS®の脱落は散見される。メディカルスタッフが検査中記録をとることが多いが、術者がどの気管支にどのサイズの EWS®を何個入れたか、行った手技を適切に記録することが重要である。

参考文献：

1. Bolliger CT, Mathur PM, Beamis JF, et al; European Respiratory Society/American Thoracic Society. ERS/ATS statement on interventional pulmonology. European Respiratory Society/American Thoracic Society. *Eur Respir J*. 2002;19(2):356-373.
2. 気管支鏡テキスト第 3 版. 日本呼吸器内視鏡学会編集. 2019:324.
3. Watanabe Y, Matsuo K, Tamaoki A, et al. Bronchial occlusion with Endobronchial Watanabe Spigot. *J Bronchol*. 2003;10:264-267.
4. Himeji D, Tanaka GI, Fukuyama C, et al. Clinical Evaluation of Endoscopic Bronchial Occlusion with an Endobronchial Watanabe Spigot for the Management of Intractable Pneumothorax, Pyothorax with Bronchial Fistula, and Postoperative Air Leakage. *Intern Med*. 2020;59(15):1835-1839.

メディカルスタッフのための気管支鏡の手引き 2

気管支鏡をおこなうための施設整備とスタッフ、モニタリング

【重要ポイント】

安全に気管支鏡をおこなうためには、十分な広さかつ換気能力を備えた部屋で機材を準備し、複数の医療従事者（少なくとも医師2名、看護師1名）が検査に携わる必要がある。また、モニタリングが望まれる項目として、経皮的動脈血酸素飽和度（SpO₂）・間欠的血压測定、心電図モニターが挙げられるが、少なくとも検査中は持続的に SpO₂ を測定し、SpO₂ が 90% を保てるように管理すべきである。

【概要】

気管支鏡検査は比較的侵襲性の高い手技である。本邦では比較的安全に施行されているものの、重篤な合併症をきたし致死性となる可能性がある。安全に気管支鏡をおこなうためには、十分な広さおよび換気能力（1 時間の換気回数が 12 回以上）のある部屋で機材を準備する必要がある。検査には、複数の医療従事者が携わるべきであり、少なくとも出血や急変時の対応に慣れた医師2名、看護師1名が必要である。検査スタッフは、N95 マスク、ガウン、手袋、アイシールドを装着し、透視を用いる際には放射線防護のプロテクターを装着する。検査では適切なモニタリングを行い、異常を察知することで患者の安全性を確保する必要がある。モニタリングが望まれる項目として、経皮的動脈血酸素飽和度（SpO₂）・間欠的血压測定、心電図モニターが挙げられるが、少なくとも検査中は持続的に SpO₂ を測定し、SpO₂ が 90% を保てるように酸素投与を行う必要がある。本稿では、国内での実態調査および学会の手引き書を参考に、安全に気管支鏡をおこなうための施設基準とスタッフ、モニタリングについてまとめた。

【はじめに】

気管支鏡検査は呼吸器疾患の診断および治療において、重要である一方、比較的侵襲性の高い手技である。本邦では、年間約 10 万件程度が行われていると推測されるが、「気管支鏡全国調査 2016」では、診断的気管支鏡検査においても 11 例の死亡が報告されている¹⁾。死亡率としては 0.01% と比較的安全に施行さ

れているものの、重篤な合併症をきたし致死的な経過をたどる可能性があることを理解しておく必要がある。そのため、医師のみならず、検査にかかわるメディカルスタッフは、検査前のリスク評価、検査中・検査後の合併症に対する事前準備を十分に行っておく必要がある。

本稿では、国内での実態調査^{1, 2)} および「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.4.0)」³⁾を基に、安全に気管支鏡をおこなうための施設基準とスタッフ、モニタリングについて簡潔に述べる。

【気管支鏡検査の実施環境】

気管支鏡検査は、大きく分けて診断的気管支鏡と治療的気管支鏡に分けられるが、本稿では本邦で実施される気管支鏡検査の大部分を占める診断的気管支鏡について記載する。

気管支鏡検査は、特殊な状況（抗凝固薬や抗血小板薬の中止が困難で、ヘパリン置換が必要な場合等）を除いて必ずしも入院管理を要さない。しかしながら、少なくとも合併症発生等の有事の際に入院対応が可能な施設での実施が望ましい。そのため、施設の状況や検査後の管理体制を考慮し、施設ごとの実情に応じて検査体制を構築する必要がある。なお、2016年の全国調査では、外来主体で検査を行っている施設が25.4%、入院主体で検査を行っている施設が67.8%、外来と入院での実施がほぼ同数の施設が6.8%であり²⁾、2010年の全国調査と比較し、入院管理を行う施設が増えていた。また、2016年の全国調査以降、2017年から本邦でクライオ生検（詳細は別章参照）が実施可能となっている。クライオ生検は出血や気胸のリスクが鉗子生検と比較し、高いことが知られており、導入している施設が以前より増加していることを加味すると、今後も入院での実施を主体に気管支鏡検査を行う施設は増加していくと考えられる。

気管支鏡検査の実施場所の必須条件として、1) 検査時に機材および医療従事者が収容可能であり、合併症等の緊急時に対応可能な広さがあること、2) 結核やCOVID-19等の感染を防ぐための換気能力を要していることがあげられる。

本邦では結核を含めた感染症の診療に気管支鏡検査を用いることは稀ではない。そのため、気管支鏡検査を行う部屋は陰圧とし、1時間の換気回数が12回以上である必要がある²⁾。やむを得ず換気能力が十分でない部屋で検査を行う場合には、ポータブルHEPAフィルター付き空気清浄機等を用いる必要がある。

また、末梢肺病変やびまん性肺疾患の生検を実施する際には、生検部位の確認や気胸を含めた合併症の予防および早期発見のために透視設備のある部屋で行うことが望ましい。2016 年の全国調査では、98.9%の施設で透視設備が使用されていた²⁾。

検査に必要な機材としては、①パルスオキシメーター・非観血的血圧測定装置・持続心電図モニター・呼吸数測定などのモニタリング装置、②酸素供給機器、③独立した 2 系統の吸引装置、④救急カート・AED、⑤予備の気管支鏡（可能であれば鉗子口径が大口径のもの）が挙げられる。吸引装置が 2 系統あることで、気管支鏡に接続するものとは別に、患者の口腔内の分泌物を適宜吸引することが可能となり、気道内への流入を減らすことができる。また、気管支鏡検査においては、しばしば気道内出血がコントロールできないことが問題となる。血液の吸引により気管支鏡の鉗子チャンネルや吸引管が血液（血餅）で閉塞することもあるため、なるべく鉗子口径が大口径の予備の気管支鏡は準備しておいた方が良い。

検査スタッフ

気管支鏡検査は、検査施行医（術者）、局所麻酔の補助や処置具を操作する助手、患者の鎮静の状態やモニターを確認しながら鎮静薬および酸素投与を行う助手、検体処理を行う助手もしくは臨床検査技師、透視装置を扱う放射線技師、患者の状態の観察および記録を行う看護師などの複数の医療従事者が携わることが必須である。上記業務を兼務して検査を実施することは許容されるが、少なくとも出血や急変時の対応に慣れた医師 2 名、看護師 1 名は必要である。気管支鏡検査を 1 人の医師のみで行うことは、緊急時を除いて安全性からも許容されるべきではない。2016 年の全国調査では、検査に参加する医師は平均 3.9 人、看護師は平均 1.7 人であった²⁾。

検体採取には生検鉗子や吸引穿刺針、ブラシ、キュレットなどの様々な処置具を使用する。処置具の操作および検体処理を行う助手はそれぞれの処置具について構造を理解し、扱い方のトレーニングを検査前に受けておくことをお勧めする。

看護師の役割は、患者の安楽の確保および全身状態の把握である。気管支鏡検査は通常異物が通過しない下気道に内視鏡を挿入する手技である特殊性から、他の内視鏡検査と比較しても苦しい検査とされる。鎮静状態の把握・監視、口腔

内分泌物の吸引，検査体位の保持，抑制帯の使用，必要に応じて医師へ状況を報告するとともに，指示に応じた鎮静薬・酸素投与等により，患者にとって安全かつ苦痛の少ない検査を行うことが可能となる。また，患者のバイタルサインを含めた状態の記録は，電子媒体によって保存されることが望ましいが，少なくとも検査中には間欠的な記録を残す必要がある。

放射線技師の役割は，気管支鏡検査の精度および患者の安全性を確保し，患者および検査スタッフの放射線被曝を最小限にすることである。末梢肺病変やびまん性肺疾患の生検を実施する際には，検査中に透視で標的病変ないしは胸膜と処置具の位置を確認する必要がある。最適な透視条件を設定し，透視装置を稼働させることは，特に末梢肺病変に対する診断的気管支鏡においては診断率に大きく影響する。また，透視で検査中・後に気胸等の合併症の確認を行うことで，早期発見および迅速な対応が可能となるため，検査には放射線技師の参加が望ましい。

臨床検査技師の役割は，採取検体の適切な固定および保存である。医師または看護師が検体処理を行う場合には，その方法について事前に臨床検査技師と相談し，修練を行う必要がある。また，超音波気管支鏡ガイド下針生検（endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration: EBUS-TBNA）においては，人的資源の制約から導入されていない施設が多いものの，検査中に検体を評価する迅速細胞診（rapid on-site cytologic evaluation: ROSE）が2018年から保険収載（450点）されている。迅速細胞診は診断率向上には寄与しないとされているものの，穿刺回数やミスサンプリングを減らすこと，肺癌でのバイオマーカー診断ができないリスクを減らすことが報告されており，臨床検査技師や細胞診専門医の協力が得られるようであれば，導入を検討すべきである。

検査スタッフは，業務を通してインフルエンザや結核，COVID-19などの感染症に感染するリスクがあるため，十分な感染対策を講じる必要がある。手指衛生をしっかりと行い，検査中は，N95マスク，ガウン，手袋，アイシールドを装着し，患者毎に交換することが推奨される。加えて，透視を用いる際には放射線防護のプロテクターを装着する。近年，検査中に患者から発生する飛沫やエアロゾルの周囲環境への汚染や医療従事者への曝露を減らすため，気管支鏡を挿入する穴を開けたサージカルマスクを患者に着用させて検査を行うことや体外バキュームによる飛沫吸引なども有用との報告がある。また，検査室での患者-患者

間の感染リスクを考慮し、感染症（特に結核）が否定できない患者に対して検査を行う際には、該当症例の検査は最後に行うなどの配慮は行うべきである。

モニタリング

気管支鏡検査中に患者は意思表示をすることができないため、検査スタッフが適切にモニタリングを行い、異常を迅速に察知することで患者の安全性を確保する必要がある。

検査中にモニタリングが望まれる項目として、①経皮的動脈血酸素飽和度 (SpO_2)、②間欠的非観血的血圧測定、③心電図モニターが挙げられる。特に SpO_2 測定は持続的に行われるべきである。2016 年の全国調査では、全ての患者に対して SpO_2 の持続測定を行っている施設は 100%であったが、間欠的血圧測定は 96.3%、心電図によるモニタリングは 82.1%であった²⁾。なお、経皮的二酸化炭素分圧や呼気終末二酸化炭素分圧モニターは、 SpO_2 よりも早く呼吸抑制を検出できるため、可能であれば SpO_2 に加えてモニタリングすることが望ましい。

気管支鏡検査では、気道内での操作や鎮痛薬（鎮咳薬）および鎮静薬の使用により、容易に低酸素血症が生じる。特に低肺機能症例や洗浄量の多い気管支肺胞洗浄においてはより顕著となる。不整脈は低酸素血症に関連するとされており、検査中は SpO_2 90%以上を保つように酸素投与を行うことが望ましい。 SpO_2 90%が保てない場合には一時的に処置を休止することも検討する。検査中に SpO_2 の低下を認める際には、鎮静による下顎後退・舌根沈下の可能性を考慮し、下顎挙上を行い、適宜患者に刺激を与え、自発呼吸を促すことで酸素化が保てることも多い。なお、検査前に動脈血二酸化炭素分圧 (PaCO_2) の上昇を認める患者では、鎮静薬の投与により、更に PaCO_2 が上昇し、 CO_2 ナルコーシスをきたす危険性もあるため、酸素の投与は慎重に行う。また、検査中の血圧の変動は鎮静の程度と関連する。鎮静薬を使用しない場合や低酸素血症では血圧が上昇し、逆に鎮静薬を使用した際には血圧が低下するため注意する必要がある。心電図モニターは全症例に必須ではないものの、不整脈のリスクがある患者では使用すべきである (British Thoracic Society (BTS) ガイドライン Grade D)⁵⁾。

文献

- 1) 堀之内宏久. 気管支鏡検査前の安全対策. 気管支学. 2019; 41 (5): 506-

9.

2) Horinouchi H, Asano F, Okubo K, et al. Current status of diagnostic and therapeutic bronchoscopy in Japan: 2016 national survey of bronchoscopy. *Respir Investig*. 2019;57: 238–244.

3) 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.4.0). 2017.

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;17:478–85.

5) Du Rand IA, Blaikley J, Booton R, et al. British Thoracic Society guideline for diagnostic flexible bronchoscopy in adults: accredited by NICE. *Thorax*. 2013;68(Suppl 1):i1–44.

メディカルスタッフのための気管支鏡の手引き 3

気管支鏡検査における感染対策の解説

【重要ポイント】

- ・気管支鏡検査前に、被検者の肺結核の所見の有無について CT 画像で評価を行い、結核の可能性がある場合には、喀痰抗酸菌検査、インターフェロン γ 遊離試験 (IGRA) をあらかじめ実施する。
- ・気管支鏡検査室は陰圧換気を行い、被検者には内視鏡と吸引チューブを通す切れ込みを有する不織布マスクを使用して気管支鏡検査を実施する。
- ・気管支鏡検査時には術者、介助者はガウン、手袋、N95 マスク、フェイスシールドまたはアイガードを使用する。
- ・気管支鏡を介した交差感染を防止するため、使用前の気管支鏡と使用済の気管支鏡を取り違えない対策を実施する。使用後の気管支鏡は、適切な洗浄、消毒、保管が必要である。

【概要】

気管支鏡検査での感染（被検者→被検者、被検者→医療スタッフ）の経路としては、針刺し事故などの血液体液曝露（B 型肝炎、C 型肝炎、HIV）、空気感染（結核）、接触感染およびエアロゾル感染（COVID-19）がある。検査前の感染リスク評価も重要であるが、後日患者が結核や COVID-19 であったと判明しても、気管支鏡検査で医療スタッフや他の患者が感染しない対策をして気管支鏡検査を実施することが必要である。

血液体液曝露、飛沫感染の対策は、個人防護具（PPE）の適切な使用である。気管支鏡検査においては、ガウン、手袋、フェイスシールドまたはアイガードの使用が必要となる。空気感染対策には、検査室の陰圧換気、医療スタッフの N95 マスク使用が必要である。COVID-19 は、気管支鏡検査時にはエアロゾル感染を来すとされるため、N95 マスクが必要となる。気管支鏡、処置具を介した被検者間の交差感染を防ぐためには、使用前の気管支鏡と使用済の気管支鏡を取り違えない対策、適切な気管支鏡の洗浄、消毒、保管が必要である。

1 被検者の感染リスク評価

1) HBV (B 型肝炎ウイルス), HCV (C 型肝炎ウイルス), HIV (ヒト免疫不全症候群ウイルス), 梅毒

HBV 抗原, HCV 抗体, HIV 抗体, 梅毒検査については, 適切な感染対策 (PPE 装着) を順守し, 針刺し事故などの血液体液曝露が検査時に発生した場合に, 迅速に同検査ができる体制であれば, 気管支鏡検査前に全例で実施する必要はない。(各施設において, 感染対策マニュアル等のルールで, 入院時のスクリーニングや内視鏡検査前に実施が求められている場合はそれに従う.)

2) 肺結核

空気感染対策を実施せずに気管支鏡検査を実施し, 医療スタッフに結核感染をきたした事例が報告されている.気管支鏡検査前の CT 画像にて肺結核, 気管支結核を疑う所見がないか評価を行う.検査目的の肺病変以外に結核病巣が併存する場合もあり, 肺野, 気道全体のチェックが必要である.結核の可能性のある病変が見られる場合には, 気管支鏡検査前に喀痰抗酸菌検査 (塗抹, PCR, 培養) とインターフェロン γ 遊離試験 (IGRA : T スポット, QFT-Plus) を実施する.喀痰抗酸菌検査, IGRA が陽性の場合, 気管支鏡の適応があるか再考する.その結果, 気管支鏡が必要と判断される場合は, 同日の検査の最後に実施し, 気管支鏡前処置から退室後換気が十分行われるまで, 医療スタッフが空気感染対策を行う.喀痰塗抹陽性の肺結核の場合で気管支鏡検査が必要な場合は, 結核治療を 2 ~ 4 週間以上実施してから気管支鏡を実施することが望ましい.

3) COVID-19 (新型コロナウイルス)

SARS-CoV-2 は唾液, 喀痰に含まれ, 接触, 飛沫感染が主な感染経路である.さらに気管支鏡検査時には, 医療スタッフのエアロゾル感染リスクがある.被検者の発熱, 咳嗽, 咽頭痛などの症状の有無, 被検者の周囲 (家族, 職場等) に COVID-19 感染者がいるかどうかなどの問診を行うことは重要である.しかし, 感染経路不明の COVID-19 がみられること, COVID-19 の発病前 1 ~ 2 日には感染性があることより, 症状等の聴取ではスクリーニングに限界がある.COVID-19 の流行状況に応じて, 気管支鏡検査前に, 被検者の SARS-CoV-2 抗原検査または PCR 検査を実施する.(各施設において, 感染対策マニュアル等のルールに従い実施する.) 検査前の SARS-

CoV-2 検査が陽性の場合は、7-10 日間程度気管支鏡検査の延期を検討する。

2 気管支鏡検査室での感染対策

【気管支鏡検査室での感染対策】

1) 陰圧空調

気管支鏡検査室は、エアロゾル、空気感染対策のために陰圧空調が望ましい。陰圧空調が不可能な場合は、検査中、検査後には HEPA フィルターや換気扇を使用するなどして、最大限の換気を行う。

2) 医療スタッフの個人防護具 (PPE)

被検者や被検者に使用した気管支鏡、処置具に接触する可能性のある医療スタッフは、手袋、ガウン、N95 マスク、フェイスシールドまたはアイガードを使用する。汚染の拡大を防ぐため、検査終了後に使用していた手袋、ガウンの順に外し、その際に手指衛生を行う。使用したフェイスシールド、アイガードは、アルコールワイプで清掃する。被検者や処置具に直接接触しないが、内視鏡室に入室する見学者なども、フェイスシールドと N95 マスクを使用する。

3) 被検者用マスク

気管支鏡検査中に、気管支鏡と吸引チューブを通す切れ込みが設けられたサージカルマスクを被検者が使用することで、飛沫防止効果があることが示されている。通常のサージカルマスクに切れ込みをして作成することもできるが、市販品 (e-mask) が使用できる。e-mask 装着群と e-mask 装着なし群で安全性を比較した試験では、e-mask 装着群で、最大呼気二酸化炭素濃度 (Etco₂) は有意に上昇することに留意が必要との結果であったが、検査後の Etco₂ は、検査前のレベルまで戻り、安全性は担保されている。

4) 気管支鏡の取り扱い

使用済みの気管支鏡を洗浄・消毒済の気管支鏡と取り違えて使用することにより、被検者間の感染が起きる。使用後の気管支鏡を誤って次の被検者に使用することがないように、使用後は速やかに片づけることが必須である。使用前の気管支鏡と使用後の気管支鏡を置く場所を変える。X線透視室などで、洗浄機が検査室と別の場所にある場合は、汚染の拡大を防

ぐため蓋付きのコンテナ等に入れて搬送する。使用前の気管支鏡を搬送するコンテナ等に洗浄・消毒済の表示、使用後の気管支鏡を搬送するコンテナ等には使用済みの表示をする。関与するすべての医療スタッフが決められたルールを理解し、守ることが重要である。各内視鏡が誰に使用されたか管理し、滅菌不良の際や感染のアウトブレイク時に対応できるよう、使用情報の記録を保存しておく。

5) 検査実施後の内視鏡室の清掃

検査に使用した鉗子や穿刺針は、非貫通性感染性廃棄物容器に破棄する。検査終了後は、検査台（X線透視室の場合は透視台）をアルコール含有ワイプで清拭する（ディスポシートを使用していた場合は破棄し、アルコール清拭後に新たなディスポシートを使用する）。検査時に使用する枕等はビニール袋に入れ、患者ごとに交換する。検査後は、ビニール袋を交換する。また、内視鏡ユニットの接触部分、採取した検体に乗った処置台は、患者ごとにアルコール含有ワイプで清拭を行う。すべての検査が終了した後、内視鏡ユニット全体、生体モニター、処置台などをアルコール含有ワイプで清拭する。

【気管支鏡を使用する手術室（主に呼吸器外科手術）での感染対策】

- 1) 使用後の内視鏡を誤って次の患者に使用することがないように、使用後は速やかに片づけることが必須である。使用前の気管支鏡を搬送するコンテナ等に洗浄・消毒済の表示、使用後の気管支鏡を搬送するコンテナ等には使用済みの表示をすることで、取り違えを防止する。手術室で使用した気管支鏡も、内視鏡洗浄消毒装置を用いた消毒を実施することが推奨される。また、各気管支鏡が誰に使用されたか管理し、滅菌不良の際や感染のアウトブレイク時に対応できるよう、使用情報・手術情報・患者情報の記録を保存しておく。
- 2) 呼吸器外科手術等に用いる場合は、数時間にわたる手術中、複数回にわたり吸痰などのために気管支鏡を使用し、その都度内視鏡ユニットのホルダーにかけることになる。そのため、ホルダー部分並びにユニット本体を汚染する可能性が高い。使用前後は消毒用エタノールで清拭を行い、使用時にはホルダー部分などに防水カバーをかけるなど、気管支鏡から

の物理的隔離を考慮する。

3 気管支鏡の洗浄、消毒、処置具

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、気管支鏡の十分な器具の洗浄・消毒・滅菌を行う必要がある。

1) 気管支鏡の洗浄、消毒、保管の手順

- ① 検査終了後ただちに洗浄液を浸したガーゼでスコープ外表面を拭き、破損がないかチェックする。スコープの材質に影響を与えない中性または弱アルカリ性の酵素洗浄薬を使用する。チャンネル内の血液、粘液およびその他の汚れをできるだけ取り除くため、気管支鏡は光源およびビデオ機器に接続した状態で酵素洗浄液を 200 ml 以上吸引し、10 秒間空気を吸引する。
- ② シングルユースの鉗子栓および吸引ボタンは廃棄する（リユースの鉗子栓および吸引ボタンは、はずして洗浄、消毒、再滅菌する）。
- ③ 気管支鏡を適切な大きさのコンテナ等に入れて洗浄シンクに運搬する。メーカーの取扱説明書に従って、気管支鏡のリークテスト（漏水検知）を行う。
- ④ メーカー推奨の洗浄液に気管支鏡を浸漬して、用手的に洗浄する。使用する洗浄液の濃度・温度や浸漬時間は、洗剤メーカーの指示に従う。気管支鏡の表面、操作部のレバーおよび先端部の汚れをスポンジなどで除去する。
- ⑤ メーカーの取扱説明書に従い、チャンネル掃除用ブラシで吸引口および鉗子口をブラッシングする。最後にブラシに汚れ（粘液、血液）が付着していないことを目視で確認し、汚れが落ちていない場合は汚れが落ちるまでブラッシングを行う。
- ⑥ 気管支鏡に残留した洗浄剤を除去するために、流水（水道水）ですすぎ、チャンネル洗浄具を用いて、大量の水道水により十分に洗浄する。
- ⑦ 気管支鏡を適切な自動洗浄消毒装置にセットし、適切な洗浄チューブを取り付ける。自動洗浄消毒装置には適切な消毒液を使用し、消毒剤の種類に応じた規定のプログラムにより行う。リユースバルブは自動洗浄消毒装置と一緒に洗浄消毒する。高水準消毒薬には、過酢酸、グルタラール、フタラルの 3 種類が適合し、各々の特性を十分に理解して濃度管理と

曝露に注意する。高水準消毒薬は使用期限と保管温度を守り、実用下限濃度以上で使用する。過酢酸、グルタールおよびフタールが皮膚に付着すると、皮膚炎や化学熱傷が生じる。換気の良い場所で、手袋、ガウン、マスク、アイシールドの着用が必要である。自動洗浄消毒装置の消耗品は適切に交換し、定期的なメンテナンスを実施することが必要である。

- ⑧ 洗浄・消毒後の気管支鏡の経路には、すすぎ水が残存している可能性があるため、アルコール（消毒用エタノールなど）でフラッシュを行い、送気や吸引を行ってすべての管路を乾燥させる。乾燥させた後に、気管支鏡を清潔な保管庫に吊り下げて保管する。
- ⑨ 気管支鏡および付属品の洗浄消毒のプロセス（年月日、時刻、患者氏名、内視鏡番号、担当者指名、内視鏡自動洗浄装置番号、消毒薬等）を記録し、その記録を保管する。

2) 再使用可能な処置具

ディスポーザブル処置具の再使用は行わない。再使用可能な処置具の洗浄・滅菌・保管について正しく理解したうえで、再使用する必要がある。

- ① 洗浄：再使用可能な処置具の使用後は、ただちにタンパク分解能力のある中性または弱アルカリ性の酵素洗浄薬に浸漬する。処置具は精密な構造を有しており、用手洗浄のみでは洗浄処理は不十分であるため、超音波洗浄を用いて洗浄を行うことが必要である。超音波洗浄の際にも用手洗浄と同様に非発泡性洗剤を用いる。
- ② 滅菌：耐熱性のある再使用可能な処置具の滅菌を行う場合は、管腔内の水分や潤滑剤を可能な限り取り除いてから滅菌バッグに入れ高圧蒸気滅菌を行う。
- ③ 保管：再使用可能な処置具の保管は滅菌バッグに入れた状態で適切な温度および湿度の管理された清潔な棚などに保管し、その開封は使用直前に行うことが必要である。

参考文献

- 1) 日本医療機能評価機構 医療事故情報収集等事業 第39回報告書 平成26年12月25日発行 p151-161
- 2) Ito T, Okachi S, Sato K, et al. Prevention of droplet dispersal with “e-mask”; a new daily use endoscopic mask during

bronchoscopy. *Respirology*. 2022; 27: 863-873.

- 3) 赤松泰次, 石原立, 佐藤公ほか. 消化器内視鏡の感染制御に関するマルチソサエティ実践ガイド. 日本消化器内視鏡学会雑誌 2014; 56: 89-107.
- 4) 岩切龍一, 田中聖人, 後藤田卓志ほか. 消化器内視鏡の洗浄・消毒標準化にむけたガイドライン. 日本消化器内視鏡学会雑誌 2018; 60: 89-107.1370-1396.
- 5) 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. 4.0) 2017 年 10 月改訂

メディカルスタッフのための気管支鏡の手引き 4

気管支鏡における麻酔・前処置、鎮痛に関する解説

【重要ポイント】

- ・呼吸器内視鏡診察時は中等度鎮静を目安とする。
- ・リドカインによる局所麻酔は検査時の苦痛を軽減し鎮静剤や鎮痛剤の投与量を減らすことにも有用だが、リドカイン中毒には注意が必要である。
- ・鎮静剤・鎮痛剤併用時には鎮痛剤から使用する。
- ・鎮静時には十分なモニタリングを行い呼吸抑制に注意する。

【概要】

呼吸器内視鏡は比較的侵襲が強く、患者の苦痛を軽減することは重要な課題である。気管支鏡検査における鎮静は検査の安全性に関わる重要な事項であり、鎮静深度によっては呼吸・循環動態の変容をきたすため、慎重なモニタリングと各薬剤特性の理解が必要である。

気管支鏡の鎮静は前処置の局所麻酔薬から始まり、その後の鎮静、退出までメディカルスタッフは十分に患者の状態を把握する必要がある。局所麻酔薬も中毒域があり、本邦で頻用されるミダゾラムやフェンタニルも過鎮静となり呼吸抑制を生じることがあるため、モニタリングとその異常値の解釈を含め理解しなければならない。

本章ではメディカルスタッフに対して特に重要と考える鎮静のフロー、鎮静中のモニタリング、呼吸抑制時の対応、退出基準等を記し、最後に頻用される局所麻酔薬を概説する。

鎮静（sedation）とは、投薬により意図的に意識レベルを低下させること、鎮痛（analgesia）とは、意識レベルの低下をきたさずに痛みを軽減することであり、両者を明確に区別することが重要である。鎮静のレベルは、意識や体の反応の状態により4段階に分けて定義されている（表1）が、一般に呼吸器内視鏡診察では中等度鎮静が鎮静の目安となる。

鎮痛剤・鎮静剤投与中には十分なモニタリングを行うことが重要であるととも、急変時に早急に対応できるような体制や準備を整えておくことが重要で

ある.

表1 米国麻酔科学会 鎮静・麻酔の分類

	浅鎮静	中等度鎮静	深鎮静	全身麻酔
反応	問いかけに正常に反応	問いかけまたは触覚刺激に対して意図して反応できる	繰り返しまたは痛みを伴う刺激に反応できる	疼痛刺激にも反応しない
気道	影響なく正常	処置を必要としないが、気道が確保されているかの監視が必要である	気道確保が必要ながことがある	気道確保が必要
自発呼吸	影響なく正常	適切に維持	障害される	消失する
心血管機能	影響なく正常	通常維持されている	通常維持されている	障害されうる

【検査時のフロー】

1. 局所麻酔薬による咽頭麻酔

局所麻酔薬 (例.リドカイン)噴霧・散布による咽頭麻酔を行う.

2. 体位とり, モニターの装着

検査に応じた体位を取ったのちに, モニター (心電図, 血圧計, パルスオキシメータ) を装着する.カプノメータが使用可能であれば, カプノメータを使用する.

3. 酸素投与

鎮静開始前に酸素投与を行う.中等度鎮静であれば鼻カヌラにて2~3/分の酸素を投与する.深鎮静であれば, フェイスマスクで6L/分程度の酸素を投与し, 必要に応じてマスク人工呼吸を行える体制を整えておく.

4. 鎮静開始

1) 鎮静開始前確認 (タイムアウト)

鎮静を開始する前の確認（タイムアウト）を、下記のチェックリストに従い、チーム全体で行う。鎮静担当者（患者看視者）を1名配置する。

※鎮静前チェックリスト

- ☐ モニターの装着
- ☐ 酸素投与
- ☐ 輸液ラインの確保
- ☐ 必要薬剤の確認
- ☐ 吸引
- ☐ 救急カート、AED、バグバルブマスクの準備
- ☐ 鎮静担当者（患者看視者）の配置

2) 鎮静開始から処置終了までのモニタリング

鎮静担当者は、常時患者の様子に留意し、血圧、脈拍、心電図、酸素飽和度、呼吸数を少なくとも5分に1回は確認し記録する。

鎮静中のバイタル管理目標値は、患者の状態によって異なるが、 SpO_2 96%以上（酸素投与下）、呼吸数 10～15 回/分程度を目安として管理する。

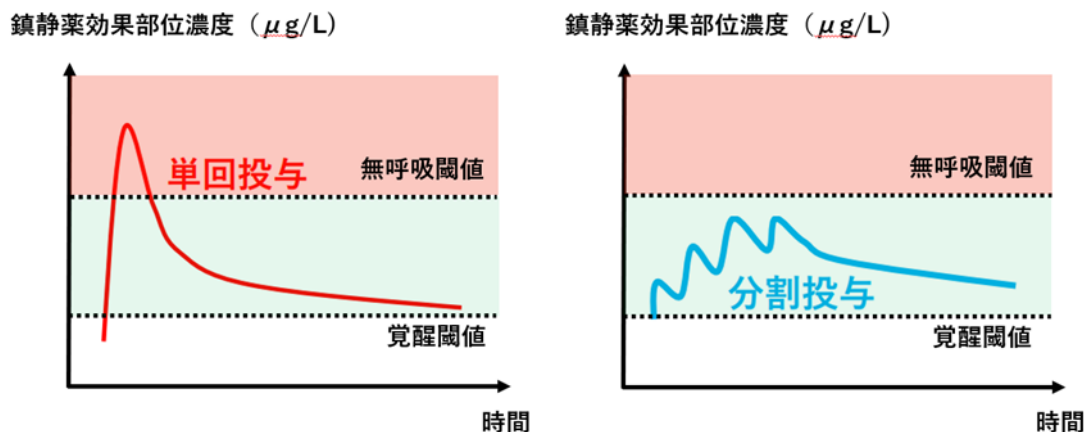
3) 鎮静薬・鎮痛薬の投与

鎮静薬・鎮痛薬の投与に際しては、鎮痛薬をはじめに投与すること。鎮静薬投与後に麻薬性鎮痛薬を投与すると、呼吸抑制が生じやすいためである。はじめに鎮痛薬を投与し、数分後に鎮静薬の投与を開始する。

鎮静薬の投与に際しては、血中濃度の急激な増加を避け、無呼吸閾値以下の有効効果部位濃度を維持できるような投与法を選択する。特に単回投与は鎮静薬効果部位濃度が無呼吸閾値を上回り、呼吸抑制が生じやすいので、可能であれば持続投与を基本とし、単回投与の場合は必ず少量ずつ分割投与する（図1 参照）。

鎮静薬投与後は、呼吸波形と呼吸数に留意してモニターする。特に、鎮静開始時には中枢性無呼吸が発生しやすいので注意する。

図1：鎮静薬の単回投与と分割投与における無呼吸閾値の関連



4) 呼吸抑制発生時の対応

SpO₂の低下がなく自然回復すれば経過観察でよい.

SpO₂が 90%台で変動を繰り返す場合は、まずは声掛けや軽い刺激などで覚醒を促し、鎮静薬減量、酸素増加などで対応する.

SpO₂が 90%以下に低下し、軽い刺激で覚醒が得られず、SpO₂が回復しない場合は、両手で下顎を挙上し気道確保を行う.気道確保により上気道閉塞は改善し、また覚醒刺激になり呼吸再開が期待できる.それでも改善しない場合は、院内急変時の対応に従って行動する.急変時にどのように対応するかについて、事前に各病院で取り決めておくことが必要である.

5. 鎮静後のモニタリング

意識レベルは Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS) スケール (表 2) を使用し、薬剤投与の前後で評価する.鎮静過剰でないかを絶えず注意し、スコア-2~-3 を目安に鎮痛薬・鎮静薬の調整を行う.

表 2 RASS スケール表

スコア	意識状態	説明
+4	好戦的な	明らかに好戦的な、暴力的な、スタッフに対する差し迫った危険
+3	非常に興奮した	チューブ類またはカテーテル類を自己抜去；攻撃的な
+2	興奮した	頻繁な非意図的な運動、人工呼吸器ファイティング
+1	落ち着きのない	不安で絶えずそわそわしている、しかし動きは攻撃的でも活

		発的でもない	
0	意識清明な	落ち着いている	
-1	傾眠状態	完全に清明ではないが、呼びかけに 10 秒以上の開眼及びアイ・コンタクトで応答する	呼びかけ刺激
-2	軽い鎮静状態	呼びかけに 10 秒未満のアイ・コンタクトで応答する	呼びかけ刺激
-3	中等度鎮静	状態の呼びかけに動く、または開眼で応答するが、アイ・コンタクトはない	呼びかけ刺激
-4	深い鎮静状態	呼びかけに無反応、しかし、身体刺激で動く、または開眼する	身体刺激
-5	昏睡	呼びかけにも身体刺激にも無反応	身体刺激

呼吸数 8 回/分未満であればモニター継続し、ナロキソンによるオピオイド (例.フェンタニル) の拮抗やフルマゼニルによるベンゾジアゼピン (例.ミダゾラム) の拮抗を検討する.ナロキソンは作用時間が短いため、単回投与ののちに持続投与を行い、30 分後、60 分後に呼吸数を再評価する.フルマゼニルも同様にミダゾラムよりも作用時間が短いため、再鎮静に注意する.

6. 検査室退室基準

移動はストレッチャーで行い、必ずパルスオキシメータとバグバルブマスクを携行する.

1) 下記の退室基準を参考に検査室ないしはリカバリー室にて、意識レベル、呼吸状態、血圧のモニターを行う.退室基準を満たした場合には退室可能と判断する.退室基準を満たさない場合には検査担当医もしくは検査担当医が指名した医師に報告し、その医師の判断に従う.

2) 退室基準 (1 時間程度(入院患者はこの限りではない)のリカバリー室での安静後)

(1) 意識レベル：呼名に反応し、会話ならびに指示動作が可能である.

(2) 運動機能：手足を自由に動かせ、ふらつきなく歩ける、または鎮静前の状態まで回復している.

(3) 呼吸状態：酸素投与なしで $SpO_2 > 92\%$ または鎮静前の状態まで回復

している。

(4) 循環動態：収縮血圧>100 mmHg または鎮静前の状態まで回復している。

(5) 胸腹部症状：疼痛・悪心・嘔吐がなく，活動的な出血徴候を認めない。

(6) 呼吸器症状：胸痛および呼吸苦がない，または検査前と同程度まで回復している。

【使用薬剤について】

患者またはその保護者に対して，書面においてその必要性，方法，安全性，副作用，経過などについて説明し同意を得る。

1. 局所麻酔（前処置）

*リドカイン

1 回 8～40mg (最大 200 mg)，咽頭・喉頭部分および気道内に，数回に分けて噴霧・散布する。

局所麻酔は，全身状態への影響が少なく，心疾患や呼吸器疾患などの合併症がある場合や，全身状態が不良な患者に対しても，比較的安全に使用できる。特にリドカイン噴霧による表面麻酔は数回の使用にとどめず，咽頭内を広く確実に麻酔することは鎮静薬や鎮痛薬の使用量を少なくするために重要である。

呼吸器内視鏡診療においては咽頭・喉頭の麻酔を十分に行う。咳嗽やむせなど，患者には少し苦痛であるが，数回に分けて，舌背から下咽頭・喉頭まで十分に行うことで，内視鏡挿入時の苦痛や有害反射を軽減できる。

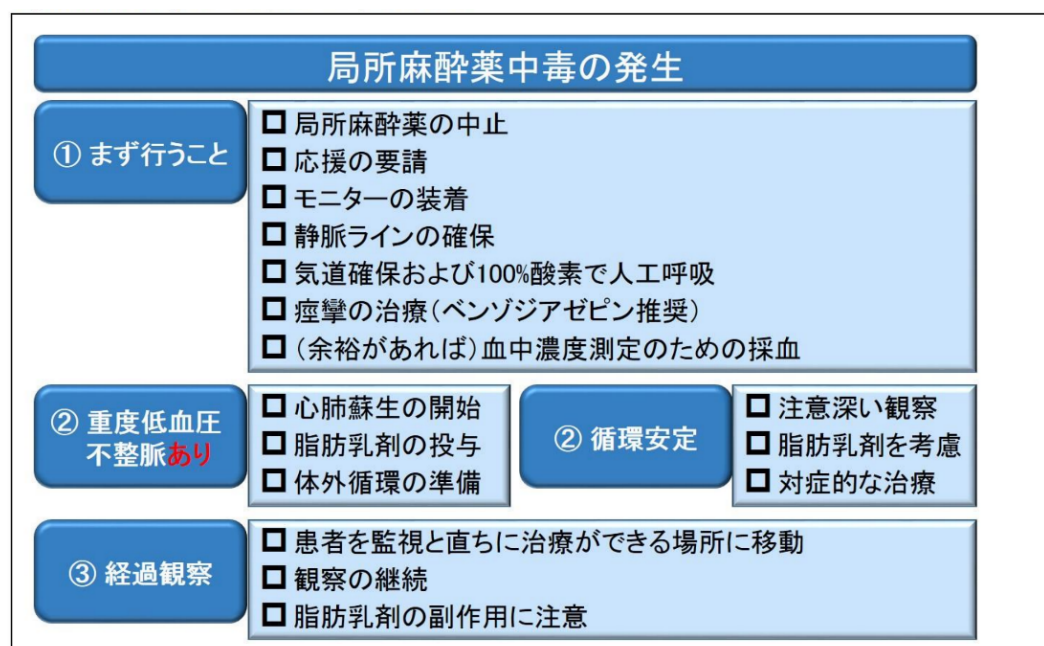
局所麻酔中毒の症状として，初期では口唇のしびれ，嘔気，ふらつき，めまいを呈し，その後，興奮状態，呼吸促迫，血圧上昇，痙攣を認める。重症化すると意識消失，循環虚脱，呼吸抑制を認める。

*局所麻酔中毒の対応

リドカインの過量投与は，自覚的，および生命に危険を及ぼす他覚的中毒徴候をきたす。リドカインの毒性は投与量が 7mg/kg を超えるか，血中濃度 5 μ g/mL を超えた場合に起こりうるとされるが，投与量と血中濃度の関係には個人差が大きく，より少量の投与でも中毒徴候をきたす場合があるので注意が必要である。

局所麻酔薬中毒が疑われた場合は、局所麻酔薬の投与を直ちに中止し、必要に応じて応援を要請する。重度の低血圧や不整脈を認めない場合は、注意深い観察のもとで対症的治療を行う（図2）。

図2：局所麻酔薬中毒



2. 静脈麻酔薬

*ミダゾラム

初期投与 1-3 mg (0.02-0.05 mg/kg)、患者の鎮静状態に応じて、1-2 mg (0.02-0.03 mg/kg)の間欠投与を行う。投与量は年齢・体重に応じて適宜増減する。急性閉塞隅角緑内障の患者や重症筋無力症の患者では禁忌である。

*プロポフォール

投与前に局所麻酔で十分な鎮痛を行い、必要であれば鎮痛薬を投与した後に、初回量 0.5mg/kg を 3-5 分かけて数回に分けて分割投与する（呼吸抑制に注意する）。

血中濃度を安定させるために持続投与が基本であり、シリンジポンプを使用した持続投与の方が安全に使用できる。特に高齢者、PS 不良/肝障害、腎障害の症例では呼吸抑制が起こりやすく注意が必要である。

プロポフォールは作用発現、作用持続時間ともに短く、調節性に優れ、回復時間が短いという利点から、内視鏡治療などの鎮静での使用が広がっている。しかし、検査時の鎮静には本邦では保険適用ではないこと、また投与方法を誤ると、重篤な有害事象を生じる危険性もあることから、非麻酔科医の使用に関しては各施設の基準に従って慎重に判断すべきである。

*デクスメトミジン

6 μ g/kg/時の投与速度で10分間静脈内へ持続注入し（初期負荷投与）、続いて患者の状態に合わせて、至適鎮静レベルが得られる様、維持量として0.2～0.7 μ g/kg/時の範囲で持続注入する（維持投与）。徐脈が高頻度に発生するため、循環動態の変動に注意する。

3. 鎮痛薬

*フェンタニル

初回投与 0.05 mg (50 μ g, 0.8 μ g/kg), 患者の咳嗽や鎮静に応じて 0.025 mg (25 μ g, 0.4 μ g/kg) ずつ追加投与を行う。投与量は年齢・体重に応じて適宜増減する。呼吸抑制が認められる際には、追加投与は行わない。なお、フェンタニルは、少量であっても鎮静下に投与するとほぼ必ず呼吸抑制が生じるため、呼吸状態のモニタリングは必須である。はじめにフェンタニルを投与して、そのあと少し時間をおいて鎮静薬を投与するなどの対策は有用である。けいれん発作の既往がある患者では禁忌である。

*ペチジン塩酸塩

初期投与として、80歳以上ないしは50kg未満では8.75 mg (1/4 A), 80歳未満ないしは50kg以上では、17.5 mg (1/2A)を投与する。患者の咳嗽や鎮静に応じて、8.75-17.5 mg (1/4-1/2A)の間欠投与を追加する。重篤な呼吸抑制や肝障害のある患者では禁忌である。

表 3：使用薬剤のまとめ

	投与方法 (成人)	作用発 現時間	作用持 続時間	注意事項
ミダゾラム 10mg/2mL	初期投与：0.02～0.05 mg/kg (通常は 1～3mg) をできるだけ緩徐に投与する。 患者の鎮静状態に応じて追加投与：1-2mg ずつ。 BTS ガイドラインでは、初回投与 2～2.5mg (高齢者などでは 0.5～1mg) を検査開始 5～10 分前に投与.必要時には 2～10 分間隔で 1mg (高齢者などでは 0.5～1mg) を追加投与する。	1-3 分	30 分	健忘作用高い.鎮痛作用はない.抗不安作用あり.長時間の鎮静は反復投与を必要とするため処置後のせん妄の原因となる.プロポフォールよりも精神・運動機能回復が遅い.フルマゼニルで拮抗できるが、フルマゼニルよりも作用時間が長いため、再鎮静に注意する。
プロポフォール 200mg/20 mL (10mg/1mL)	初期投与：(投与前に十分な鎮痛を行い、) 0.5mg/kg を 3-5 分かけて分割投与。 持続投与：初期量投与と同時に 2-4mg/kg/時程度で持続.患者の鎮静状態に応じて追加間欠投与：10-20 mg (0.2-0.3 mg/kg)	1-2 分	10-15 分	健忘作用と制吐作用がある.長時間の鎮静でも短時間で回復する.投与時に血管痛がある.鎮痛作用はない.個人差が大きく、徐々に目標血中濃度を上げるように投与し、呼吸・循環動態の変動に注意する。
デクスメトミジン 200 μ g/2mL	初期投与：6μg/kg/時の投与速度で 10 分間静脈内へ持続注入.患者の状態に合わせて、維持量とし	5-10 分程度	健康成人の血中半減期は約	シリンジポンプを用いて持続静注する.徐脈は高頻度に発生する.循環動態の変動に十分注意する。

	て 0.2～0.7 $\mu\text{g/kg}$ /時の範囲で持続注入.		2 時間	
フェンタニル 0.1mg/2mL (=100 $\mu\text{g/2mL}$)	初期投与: 0.05 mg (50 μg, 0.8 $\mu\text{g/kg}$)をゆっくり投与. 患者の咳嗽や鎮静に応じて追加投与 : 0.025 mg (25 μg, 0.4 $\mu\text{g/kg}$) ずつ. BTS ガイドラインでは, 初回投与 25 μg で, 必要時に 25 μg 追加投与する.	30-60 秒	30-60 分	呼吸抑制に注意する.特に, 鎮静薬投与下では, 呼吸抑制が容易に生じるので, 鎮静薬投与前に使用することが基本である.呼吸数 10 回/分以下は追加投与禁忌.
ペチジン塩酸塩 35mg/1mL	初期投与 : 80 歳以上ないしは 50 kg 未満 : 8.75 mg. 80 歳未満ないしは 50 kg 以上 : 17.5 mg. 患者の咳嗽や鎮静に応じて追加投与 : 8.75-17.5 mg ずつ.	1-5 分	1-3 時間	MAO 阻害薬を 14 日以内に服用している場合は禁忌.

参考文献

本手引きの作成にあたっては, 「呼吸器内視鏡診療における鎮静に関する安全指針」を参考とし, また使用した参考文献を以下に示す.

1. 局所麻酔薬中毒への対応プラクティカルガイド, 日本麻酔科学会, 2017
2. 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 Nov;140(5):1342-50.

3. José RJ, Shaefi S, Navani N. Sedation for flexible bronchoscopy: current and emerging evidence. *Eur Respir Rev*. 2013 Jun 1;22(128):106-16.

4. Hong KS, Choi EY, Park DA, et al. Safety and Efficacy of the Moderate Sedation During Flexible Bronchoscopic Procedure: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Medicine (Baltimore)*. 2015 Oct;94(40):e1459.

5. Strohleit D, Galetin T, Kosse N, et al. Guidelines on analgosedation, monitoring, and recovery time for flexible bronchoscopy: a systematic review. *BMC Pulm Med*. 2021 Jun 10;21(1):198.

メディカルスタッフのための気管支鏡の手引き 5

気管支鏡検査前の安全対策

【重要ポイント】

- ・気管支鏡検査を安全に行う際には事前に確認しておく項目がいくつか存在する.具体的には気管支喘息や COPD などの既往歴を含めた問診を行い患者の状態を確認し,血液検査,肺機能検査や心電図などを事前に行い気管支鏡検査中に予想される合併症に対応するための準備を行う必要がある.
- ・また血栓塞栓症の既往がある患者の気管支鏡検査を行う場合も多いため,抗血栓薬の休薬やヘパリン置換などについて理解しておくべきである.

【概要】

気管支鏡検査は様々な処置を行う検査であるが,合併症を多数有する患者に対して行う侵襲が高い検査である.安全に気管支鏡検査を行うために注意すべき項目がいくつか存在する.まず患者の状態把握のため既往歴などを含めた問診を注意深く行う必要がある.また気管支鏡検査前に行うべき検査として血液検査,心電図や肺機能検査などを行い全身状態の精査を行う.肝炎などの感染症については術者の曝露や器具の消毒などにも関わってくるため事前に検査を行う方が望ましい.また画像上結核が疑わしい場合では事前にインターフェロン γ 遊離試験を測定したり,3 連痰などの抗酸菌検査によっては排菌の有無について調べておく.気管支鏡検査を受ける患者は血栓塞栓症の既往がある患者も多く,抗血栓薬を内服している患者は多い.抗血栓薬が休薬可能であれば休薬期間について知っておく必要があり,ヘパリン置換が必要な場合にはヘパリンの具体的な投与量についても理解しておく必要がある.今章では上述の各項目について簡潔に説明する.

はじめに

気管支鏡検査は侵襲性の高い検査であり,気管支鏡検査前に患者の合併症について十分把握しておく必要がある.また肺結核の既往など既感染症に対して十分な問診も必要と考えられる.また気管支鏡検査を受ける患者は高齢者が多く,心筋梗塞,脳梗塞,心房細動などの合併症を有する患者も多く,抗凝固剤や抗血

小板剤の休薬、他薬剤への置換方法などにも習熟すべきである。タイムアウトでは患者確認、手技内容などの詳細、アレルギー歴などを術者、介助者、看護師、放射線技師など全員で共有する必要がある。

この章では合併症に対する注意点、気管支鏡検査前の問診や必要な検査、抗血栓療法管理、タイムアウトについて手引き書—呼吸器内視鏡診療を安全に行うために—¹⁾を参考に章立てて説明する。

① 合併症（患者の併存疾患）

1. 気管支喘息

気管支喘息などの気道過敏性が亢進している患者の検査では、気管支鏡検査や気管支肺泡洗浄によって気道攣縮を起こすことがあると報告されている。BTSの気管支鏡検査に関するガイドライン²⁾では、気管支喘息は気管支鏡検査の禁忌となっておらず、気管支拡張薬の前投薬が推奨されている。キシロカインの吸入でも気管支攣縮を発症することがある。また気管支喘息のコントロール不良の患者では、検査前に経口や経静脈的ステロイドの投与を行うことで発作の誘発を予防する必要がある。

2. COPD（慢性閉塞性肺疾患）

COPD 患者では、気管支鏡検査時の合併症の頻度が上昇するとされる。重症COPD 患者ではⅡ型呼吸不全を伴っていることもあり、検査前に血液ガス分析を行っておくべきである。また検査中の酸素過量投与や過鎮静によって高炭酸ガス血症が増悪し、CO₂ナルコーシスに至る危険性があるため注意が必要である。そのためリスクが高い患者では可能であれば経皮的二酸化炭素分圧もモニターすることが望ましい。

3. 虚血性心疾患

急性心筋梗塞後では気管支鏡検査によって不整脈や虚血状態に至る危険性があるため、心筋梗塞の発症 4～6 週までは気管支鏡検査を避けた方がよい。また検査中に不整脈が出現したり、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（SpO₂>90%をキープできるように）、心電図のモニター、鎮静などが必要である。

4. 高齢者

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が、高齢者では心筋虚血を伴ったり、呼吸機能が低下している症例が多いためより慎重に検査前の評価を行う必要がある。特に 80 歳以上の患者では、高い合併症発生率と高い死亡率が報告されている。高齢者では各種薬剤の代謝が低下しており、ミダゾラムの代謝が遅延して副作用が出やすいことに注意する必要がある。また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、酸素飽和度に加えて可能であれば経皮的二酸化炭素分圧もモニターすることが望ましい。また合併症観察のために翌朝まで注意深く観察が行える体制を整えた上での検査実施を考慮する必要がある。

5. 免疫不全者

免疫抑制状態にある患者に呼吸器関連の異常が生じた場合、気管支鏡検査は診断する上で有効な手段である。しかし、気管支鏡検査や診断のための手技を行うことには一定のリスクを伴うため、気管支鏡検査を施行する前に危険性について検討すべきである。免疫不全患者では合併症の発生が高く、死亡例の報告³⁾もあるため、気管支鏡検査の実施には注意が必要である。肺移植患者の気管支鏡検査は吻合部合併症の精査、拒絶反応と感染の鑑別など、得られるメリットは大きいですが、患者に与える侵襲も大きいとされている。生検では出血の合併率が高いと報告されており⁴⁾、実施には慎重な判断が必要である。

② 問診や気管支鏡検査前に行うべき検査

1. 問診

気管支鏡検査を実施する場合には、既往歴、現在治療を受けている疾患名や治療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、抗血栓薬の内服、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聴取する必要がある。

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、抗血栓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。

2. 気管支鏡検査前に行うべき検査

リスクを助長させる因子を確認するために以下のような検査を行う。

1) 血液一般, 生化学検査, 血液凝固能

貧血は低酸素血症に関連しており, 血小板減少や凝固能異常は出血に影響を及ぼす。肝機能異常は潜在的な凝固能異常の可能性を示唆し, 炎症所見があれば感染等の合併を疑う。観察のみ行う場合, 血液検査は必須ではないと考えられるが, わが国ではほとんどの施設で行われているのが現状である。

2) 呼吸機能検査, 動脈血液ガス分析

気管支鏡検査中は多くの症例で低酸素血症が起こる可能性がある。FEV1.0 またはピークフローが低下している患者は低酸素血症を起こしやすいと言われている。また FEV1.0 が 1 l 以下または FEV1.0% が 50% 以下の重症 COPD 患者では高炭酸ガス血症を伴っている可能性があるため, 動脈血ガス分析を行い検査前に PaCO₂ を測定しておくことが望ましい。

3) 心電図

不整脈は気管支鏡検査で起こりうる頻度の高い合併症の一つである。心電図は検査前のルーチン検査とはされていないが, 気管支鏡検査は低酸素血症をきたしやすく, 不整脈を誘発し, 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不整脈の有無をチェックしておくことが望ましいと考えられる。

4) 感染症

医療従事者を守るために, 患者の感染症の状態を把握することは重要である。検査中の患者の痰や分泌液, 血液などの飛散による術者の感染を予防するため, 各種感染症については HBV, HCV, 梅毒の検索は必須と思われる。また HIV については検査同意が必要であり, 各施設の方針に従うとよい。

画像上肺結核が疑われる症例では検査前に喀痰抗酸菌塗抹検査を行い排菌のないことを確認する。排菌していない症例でもインターフェロン γ 遊離試験などで肺結核の可能性の有無を検査前に検討しておく必要がある。肺結核が疑わしい症例では検査の順番を一番最後にする, N95 マスクを装着し検査を行う, 検査後は換気と HEPA フィルター浄化ユニットを使用するなどの空気感染対策を行うべきである。

COVID-19 については検査前の抗原検査や PCR 検査を行うかどうかは各施設で判断が分かれると思われるが, 無症状病原体保有者も存在することから気

管支鏡検査中は N95 マスクを装着することが望ましい。

③ 抗血栓療法 of 管理

1. 抗血栓薬

抗血栓薬とは抗血小板薬（アスピリン、チエノピリジン誘導体等）と抗凝固薬（ワルファリン、ヘパリン、ダビガトラン等）を合わせた総称とされている(表 1)。抗血小板薬は循環血中の血小板を非活性状態に保ち、血小板相互の凝集を生じさせないために使用される。抗凝固薬は血液凝固系の阻害作用を有する薬剤をいう。

2. 休薬リスク

抗血栓薬（抗血小板薬/抗凝固薬）を内服している場合には、血液凝固能を評価するとともに、薬剤を中止した場合の血栓形成リスクと継続した場合の出血リスクの兼ね合いを評価する必要がある。2016 年の全国調査では抗血栓薬休薬中の血栓塞栓症が 8 例報告されている。一般的に、生検を行う場合も低用量アスピリンは継続可能であるが、他の抗血栓薬は可能な限り薬剤の効果持続期間に応じて一定期間休薬する必要があるといわれており、行う検査のリスクに応じて抗血栓薬の中止の可否を検討する。その上で抗血栓薬の中止や継続、ヘパリン置換を行うなどの判断を行い気管支鏡検査を実施する。

3. 抗血栓薬の休薬とヘパリン置換

抗血栓薬の休薬については表 1 の代表的な薬剤の休薬期間の目安を参照されたい。内腔観察や BAL を行う際には抗血栓薬の中止は必要なく、TBB や TBLB を行う際にも低用量アスピリンについては継続しても問題はない。クロピドグレルについては検査前 7～14 日から休薬し処置を行う。

抗血栓薬を中止した上でヘパリン置換が必要な場合は、抗血栓薬を休薬した翌日からヘパリン持続点滴を開始し、気管支鏡検査 4～6 時間前にヘパリンを中止する。抗血栓薬を中止できない場合は他の抗血栓薬へ変更を検討する。ヘパリン置換の具体的な投与方法については 200 単位/kg/24h を持続点滴し、APTT が基準値の 1.5～2 倍になるようヘパリン投与量を調節する。

表 1 抗血栓薬の種類と検査前休薬期間

分類	一般名	代表的な商品名	休薬期間の目安
抗血小板薬	アスピリン	バイアスピリン	7～14日
	アスピリン・ランソプラゾール	タケルダ	
	クロピドグレル硫酸塩	プラビックス	
	チクロピジン塩酸塩	パナルジン	
	プラスグレル塩酸塩	エフィエント	
	クロピドグレル硫酸塩+アスピリン	コンプラビン	
	イコサペンタエン酸エチル	エパデール	
	オメガ-3 脂肪酸エチル	ロトリガ	
	チカグレロル	ブリリント	5日
	シロスタゾール	プレタール	2日
	イフェンプロジル酒石酸塩	セロクラール	1～3日
	ベラプロストナトリウム	プロサイリン	
	サルボグレラート塩酸塩	アンプラッグ	
	リマプロストアルファデクス	オパールモン	
	トラピジル	ロコルナール	1日
	ジラゼブ塩酸塩水和物	コメリアン	
	ジピリダモール	ペルサンチン	
抗凝固薬	ワルファリンカリウム	ワーファリン	3～5日
	ダビガトランエテキシラート	プラザキサ	1日
	リバーロキサバン	イグザレルト	
	エドキサバントシル酸塩水和物	リクシアナ	
	アピキサバン	エリキューズ	

手引き書—呼吸器内視鏡診療を安全に行うために—を改変

④ タイムアウト

2000年頃、米国や他の先進国において「タイムアウト」、つまり「術前の休止」が外科的ケアの基準手順として導入されてきた⁵⁾。これは、皮膚切開を行う直前の短い期間（1分以内）に、手術チームの全メンバー（執刀医、麻酔科医、看

護師とその他全ての関係者) が、患者が正しい患者であること、予定手術部位と予定手術内容を口頭で確認するものである。チームメンバー同士の明確なコミュニケーションを図り、「部位間違い」や「患者間違い」を防ぐ方法である。この手順は米国やその他の国で義務化された。

その後内視鏡検査でも侵襲的な検査 (ERCP や ESD など)でもタイムアウトが導入されている。気管支鏡検査ではまだ普及している施設は比較的少ないが、タイムアウト導入で患者誤認、生検部位の間違い、薬剤の誤投与などが予防できると考える。他施設で気管支鏡検査において高血圧の既往がある患者のタイムアウトで基礎疾患の情報が共有されず、気管支鏡検査中に血圧高値に対して対応がされず急性大動脈解離で死亡した例もある。

具体的にはチェックリストなどを使用して、検査施行医・助手・看護師・放射線技師とともに患者確認、同意文書、基礎疾患、アレルギー歴 (ラテックスアレルギーを含む)、抗血栓薬の休薬、手技内容、生検部位の確認、予想されるリスク、予想出血量などを確認する (図 1)。外来検査の場合には付添人の有無や本人の運転で帰宅しないことも確認する。

図 1



参考文献

- 1) 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.4.0) .2017.
- 2) Du Rand IA, Blaikley R, Booton R, et al. British Thoracic Society guideline for diagnostic flexible bronchoscopy in adults: accredited

- by NICE. *Thorax*. 2013;68 Suppl 1:i1–i44.
- 3) Dunagan DP, Baker AM, Hurd DD, et al. Bronchoscopic evaluation of pulmonary infiltrates following bone marrow transplantation. *Chest*. 1997;111:135-141.
 - 4) McWilliams TJ, Williams TJ, Whitford HM, et al. Surveillance bronchoscopy in lung transplant recipients : risk versus benefit. *J Heart Lung Transplant*. 2008;27:1203-1209.
 - 5) Joint Commission. Universal protocol for preventing wrong site, wrong procedure , wrong person surgery. <http://www.jointcommission.org/PatientSafety/UniversalProtocol/> (accessed 11 March 2009).

メディカルスタッフのための気管支鏡の手引き 6

合併症の種類と初期対応法（低酸素血症，心合併症，出血，気胸と感染）についての解説

【重要ポイント】

- ・ 気管支鏡で起こりうる合併症を把握する
- ・ その対処法をマスターする
- ・ 合併症のリスクファクターを確認する

【概要】

気管支鏡は低酸素血症，心合併症，出血，気胸，感染，リドカイン中毒などの合併症を起こし得る。本邦での合併症頻度については手技によって異なるが，0.17～1.93%で認められた¹⁾。気管支鏡検査において死亡率は0.011～0.02%と報告されている¹⁻³⁾。気管支鏡を行う際には起こり得る合併症とその対処法を身につけておく必要がある。

低酸素血症

（要点）

- ・ パルスオキシメーターによる継続的なモニタリングが必要である。
- ・ $\text{SpO}_2 < 90\%$ または 4%の低下に対しては経鼻または経口カヌーによる酸素投与を行う。
- ・ びまん性肺疾患，COPD，腫瘍による気道狭窄症例では特に注意が必要である。

（本文）

気管支鏡検査中は継続的なパルスオキシメーターによるモニタリングを行う。気管支鏡検査中に低酸素血症が認められる頻度は高いが多くは一過性であり，それが遷延する(>1 分)場合に有意な所見と考えられている³⁾。一般的には鎮静剤投与とともに低酸素血症が起こり，声帯通過時に悪化する。気管支鏡の経鼻的アプローチ，経口的アプローチで低酸素血症の頻度は変わらないとされている。 $\text{SpO}_2 < 90\%$ となる頻度は BAL：89%，洗浄：44%，ブラッシング：15%，生検：10%との報告がある⁴⁾。

酸素投与は $\text{SpO}_2 < 90\%$ または 4%の低下に対しては酸素投与を行うべきであ

り、SpO₂ が 90%以上を維持するよう酸素投与を行うことが望ましい⁵⁾。そのため、メディカルスタッフは適宜術者に SpO₂ 値を伝え、酸素投与をできるよう準備する。ただし、COPD 患者では高炭酸ガス血症を伴っていることがあるので、その場合には酸素投与は慎重に行う必要がある。BAL を含むいくつかの研究では、低酸素血症が手技後に少なくとも 2 時間持続する可能性が示唆されているが、手技後の酸素投与の期間に関するエビデンスはない。腫瘍による気道狭窄、肺炎、びまん性肺疾患、COPD などによる低肺機能症例では注意が必要であり、特にびまん性肺疾患に対し TBLB または BAL を行う場合は酸素投与を検討する。

心合併症

(要点)

- ・不整脈の危険性が高い患者に対しては持続的な心電図モニタリングを行う。
- ・検査中、検査後の酸素飽和度、心拍数、血圧は適切に管理する。
- ・救急カートを準備しておく。

(本文)

気管支鏡検査中は酸素投与の有無にかかわらず、不整脈が高頻度に認められ、洞性頻脈：55～58%、洞性徐脈：5～8%、心室性期外収縮：8%、心房性期外収縮：3～5%と報告されている⁶⁾。心房性または心室性不整脈が気管支鏡検査前では 12%であったのに対し、気管支鏡検査中または検査後では 80%であったとの報告もある⁷⁾。

そのため、不整脈のリスクがある患者では持続的な心電図モニタリングを行う。検査中・検査後を通じて、血圧、心拍数、酸素飽和度を適切に管理する必要がある。メディカルスタッフは術者に適宜バイタルサインの報告を行い、酸素投与や降圧薬などの薬物投与をできるよう準備しておく。心筋梗塞後 4 週間以内の気管支鏡検査の死亡率は 5%との報告があり⁷⁾、BTS のガイドラインでは心疾患のあるハイリスク患者で、心筋梗塞後 4～6 週以内に気管支鏡検査を実施する場合は、循環器内科医との連携を考慮すべきで、可能であれば心筋梗塞後 4 週間延期するのが理想的であるとされている⁴⁾。気管支鏡検査は検査の適応がある場合に活動性の心筋虚血がなければ実施は可能とされている⁴⁾。

2010 年の本邦におけるアンケート調査によると循環器関連合併症（心不全、心筋梗塞、不整脈、脳梗塞など特別な治療を必要としたもの）の頻度は低く、観

察のみ：0.07%，鉗子生検：0.06%，擦過：0.04%，洗浄：0.01%，TBNA：0.01%，気管支肺胞洗浄：0.02%と報告されている¹⁾。救命用具はいつでも使えるよう準備し、静脈ラインは確保されるべきである。

出血

(要点)

- ・出血しやすい手技を把握する。
- ・出血に対処できる備品、体制を整備する。
- ・大量出血、制御困難な出血を早期発見しよう。

(本文)

気管支鏡検査における出血は最も重大な合併症の一つである。我が国の報告では重篤な出血は鉗子生検の 0.85%，擦過の 0.25%，気管支洗浄の 0.05%，TBNA の 0.28%，BAL の 0.02%，また観察のみでも 0.14%に起こると報告されている¹⁾。大量出血の予測因子はいくつかあげられているが、予測できないとの報告もあり、どのような患者、検査手技でも大量出血は起こりうる前提で検査にのぞむ必要がある。クライオ生検では鉗子生検よりも大量出血のリスクが高いため、出血を予測し、気管内挿管のうえ、バルーンなどを止血のために準備しておこなう。前述の通り、どのような手技でも大量出血や制御困難な出血は起こり得るので、常に止血用の薬品（エピネフリン入り生理食塩水、トロンビンなど）、気管内チューブなど気道確保備品一式、救急カート、患者用吸引器および吸引チューブ、代替用気管支鏡などを準備し、使える状態にしておくことが重要である。

気管支鏡検査中に出血した場合、第一に術者が考えていることは、画面を見ながら出血部位を把握し、できる限り血液を吸引し、出血気管支に気管支鏡をウェッジ（気管支鏡で出血部位に蓋をすること）したり、エピネフリン入り生理食塩水散布等の止血処置をおこないながら、出血がおさまるのを待つことである。しかし、出血量が多い、あるいは凝血塊が気管支鏡先端に付着した場合は、視野を失うことがある。これは危険な状態であり、術者は①速やかに気管支鏡を抜去して気管支鏡先端をクリーンにして、再度挿入し、止血処置を継続する。②気管支鏡を抜去し、気道確保をおこなう、③気管支鏡を気管内にとどめ、できる限り止血処置をしながら、別の気管支鏡や通常の挿管器具を用いて気管挿管を行う、などの方法を選択、実行しなければならない。

そのため、術者以外のメディカルスタッフは、術者および助手の指示に従い患者の状態を観察し、バイタルサイン変動の報告や、止血備品などの準備を行う一方、内視鏡の画面を見て視野が確保されているかにも留意する。術者や助手に気道確保の準備をするかどうかの確認を行い、非常に危険な状態であるとメディカルスタッフが判断した場合は、各施設のプロトコルに従い、RRS(rapid response system)等を要請しても良い。

また、メディカルスタッフが早期発見可能な危険として、低酸素血症のほか、口腔内吸引チューブ内への血液吸引がある。術者は気管支鏡で出血を制御できている（特に、気管支鏡を出血部位の気管支にウェッジできている）と考えていても、不十分、不適切なウェッジの場合、出血が制御できていないことがある。その場合は、気管気管支に流入した血液が口腔内チューブから吸引されてくることがある。そのような場合には、術者ないし助手に速やかに報告する。

以上、出血の合併症について概説した。出血に対してできる処置は限られており、また悪化してからの持ち時間は少ない。危険を予測し、察知すること、何より出血に対する十分な準備をあらかじめおこなっておくことが極めて重要である。

気胸

（要点）

- ・気管支鏡検査では常に気胸のリスクがある。
- ・早期発見のための対応、モニタリングが重要である。
- ・患者指導も大事。

（本文）

気管支鏡後の気胸は、生検鉗子が臓側胸膜に達してこれを破ると起こるとされている。EBUS-TBNAでも、縦隔リンパ節などの穿刺を行う場合穿刺針が縦隔側の胸膜に達することにより気胸が起こると報告されている。

気管支鏡検査における気胸について、日本の報告では鉗子生検後の発症率は0.63%¹⁾、またEBUS-TBNA後の気胸の発生率は0.03%と報告されている⁹⁾。びまん性肺疾患の診断におけるTBLBでは9%とさらに高率になるとされている¹⁰⁾。更にクライオ生検では鉗子生検よりも入院延長となる気胸が多いとされており注意が必要である。

一般には生検をおこなわないと発症しないと考えられているが、生検をおこな

わなくとも気管支鏡検査中の咳嗽により気胸を発症した症例報告もあり、気管支鏡検査においては、気胸は常に考慮すべき合併症である¹¹⁾。

COPD や間質性肺炎を合併している場合は気胸に十分に注意を払う必要がある。また特にびまん性肺疾患における生検時に患者に胸痛がないことを確認することも重要であるが、近年ではフェンタニルとミダゾラムによる鎮静下での気管支鏡検査が標準的となっており、痛みを確認できないことも多い。生検の際、低酸素が進行しないか、患者さんの呼吸様式の変化（頻呼吸）、また苦痛がなさそうかを観察することも重要である。検査中、透視などで気胸が確認された場合は検査を終了し、気胸の程度により経過観察か、胸腔ドレナージなどの処置がなされることになる。

検査終了後は、患者に、呼吸に伴う痛みの有無や呼吸のしにくさなどがどうかを確認する。胸部X線写真については、本邦では多くの施設において生検後1-2時間、胸部X線写真の撮影が行われている。しかし2時間以上経過してから発症する気胸もけして少なくなく、検査後は慎重な経過観察が必要である。また外来検査の場合は、患者および家族に生検後の遅発性気胸について十分に説明し、気胸の症状と、症状が現れた際のとるべき行動について記載した文書を提供することが必要である。

感染

（要点）

- ・発熱や肺炎を予防するための抗菌薬投与は必須ではない
- ・患者に発熱の可能性について事前に説明する

（本文）

気管支鏡の際、検査後に発熱や肺炎等の感染をきたす場合があり¹²⁾、その理由として、1) 機器に付着する血液や体液などが患者の感染源になる可能性、2) 口腔から上気道を通って下気道に内視鏡を挿入するため、常在菌が気道内に散布される可能性、3) 気管支に閉塞や狭窄を伴う場合に生検等で感染を引き起こす可能性、4) 検査による反応性発熱、などが挙げられる。

2016 年の気管支鏡に関する全国調査では約半分の施行医が抗菌薬の使用を支持している結果であったが¹³⁾、抗菌薬の予防投与でも発熱や肺炎を予防することはできないと報告されている⁵⁾。そのため、検査前に患者に対して発熱の可能性について充分説明を行っておくことが必要であり、検査後から次に受診す

るまでの間に自宅で発熱を来した際には、すぐ来院するよう説明することが望ましい。発熱が反応性か感染によるものかを速やかに鑑別し適切な治療を行うことが重要である。

その他：リドカイン中毒・アレルギー反応、空気塞栓

リドカイン中毒・アレルギー反応に関しては、4)気管支鏡における麻酔・前処置、鎮痛の項を参照されたい。

空気塞栓はCTガイド下針生検では比較的知られている合併症である。いっぽう気管支鏡検査においても、きわめて稀であるが、空気塞栓が発生しうることを忘れないでほしい。日本呼吸器内視鏡学会の全国調査（2010）では、診断的気管支鏡103978件のうち死亡した4例中1例（0.001%）が空気塞栓であったと報告されている¹⁾。症状としては、胸痛、チアノーゼ、血圧低下、頻脈などから意識レベルの低下、消失まで幅広いとされるが、モニターで観測できる血圧、酸素飽和度、心電図では異常を検知できない場合もあり、患者の状態、意識レベルに十分留意する必要がある。また、近年ではミダゾラムとフェンタニルによる鎮静下での気管支鏡が標準的手技となっており、さらなる注意が必要である。

明確な予防方法は確立していないが、生検後は一定時間仰臥位のまま安静を保つことが必要である。また、いったん空気塞栓を疑った場合は、頭定位体位、純酸素吸入、早期の高圧酸素治療などの対応を速やかにおこなう¹⁴⁾。

- 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) Facciolo N, Patelli M, Gasparini S, et al. Incidence of complications in bronchoscopy. Multicentre prospective study of 20,986 bronchoscopies. *Monaldi Arch Chest Dis*. 2009; 71: 8-14.
- 3) 日本呼吸器内視鏡学会安全対策委員会：手引書—呼吸器内視鏡を安全に行うために—Ver.4.0. 2017; 40-42.

- 4) Van Zwan JP, Kapteijns ECG, Lahey S, et al. Flexible bronchoscopy in supine or sitting position: a randomized prospective analysis of safety and patient comfort. *J Bronchology Interv Pulmonol* 2010; 17: 29-32
- 5) Du Rand IA, Blaikley J, Booton R, et al. British Thoracic Society guideline for diagnostic flexible bronchoscopy in adults. *Thorax* 2013; 68: i1-i44.
- 6) Schiffman PL, Westlake RE, Fourre JA, et al. Arterial oxygen saturation and cardiac rhythm during transoral fiberoptic bronchoscopy. *J Med Soc N J* 1982; 79: 723-6.
- 7) Katz AS, Michelson EL, Stawicki J, et al. Cardiac arrhythmias. Frequency during fiberoptic bronchoscopy and correlation with hypoxemia. *Arch Intern Med.* 1981; 141: 603-6.
- 8) Dweik RA, Mehta AC, Meeker DP, et al. Analysis of the safety of bronchoscopy after recent acute myocardial infarction. *Chest* 1996; 110: 825-8.
- 9) Asano F, Aoe M, Ohsaki Y, et al. Complications associated with endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration: a nationwide survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy. *Respir Res.* 2013; 14: 50.
- 10) Izbicki G, Shitrit D, Yarmolovsky A, et al. Is routine chest radiography after transbronchial biopsy necessary?: A prospective study of 350 cases. *Chest.* 2006; 129: 1561-1564.
- 11) Patolia S, Zahir M, Schmidt F, Enriquez D, Quist J, Gulati N, Muhammad P, Narendra D. Bilateral pneumothorax after bronchoscopy without biopsy--a rare complication: case presentation and literature review. *J Bronchology Interv Pulmonol.* 2012 Jan;19(1):57-60. doi: 10.1097/LBR.0b013e3182426243. PMID: 23207266.
- 12) Colt HG, Matsuo T. Hospital charges attributable to bronchoscopy-related complications in outpatients. *Respiration.* 2001;68(1):67-72.
- 13) Horinouchi H, Asano F, Okubo K, et al. Current status of

diagnostic and therapeutic bronchoscopy in Japan: 2016 national survey of bronchoscopy. *Respir Investig*. 2019;57(3):238-244.

14) 日本 IVR 学会編. CT ガイド下肺生検の手技に関するガイドライン 2020. 第 1 版, 2020/6/25.

メディカルスタッフのための気管支鏡の手引き 7

検体処理の方法（一般的処理方法に加え、遺伝子診断に耐えうる検体の処理方法、感染管理に留意した処理方法について）

【重要ポイント】

- ・がんの診断のみならず、Next generation sequencer（NGS）を用いた遺伝子解析を見越した検体採取と処理が必要である。
- ・微小検体の取り扱いでは、標本や検体の乾燥、取り違い、紛失に注意が必要である。
- ・ホルマリンへの暴露対策や、検体による感染管理は重要である。

【概要】

気管支鏡検査は肺領域の病理診断において非常に重要な検査である。近年のNGSの臨床応用により、特に肺がん領域においては病理診断だけではなく、分子標的薬の選択のための遺伝子検査を見越した検体採取が必須となっている。遺伝子検査では高品質かつ充分量の Deoxyribonucleic acid (DNA), Ribonucleic acid (RNA) の抽出を行う必要があり、細胞数（必要核酸量）、腫瘍細胞割合などが検査種ごとに細かく規定されている。

最近では遺伝子検査を見越して、病理検査室の細胞検査士が気管支鏡検査に立ち合い、ベッドサイドで迅速細胞診をおこなう Rapid On-Site Cytological Evaluation (ROSE) も普及している。病理診断用検体、細胞診断用検体、ROSE用検体と気管支鏡検査時の検体処理は複雑化しており、誤った固定方法、検体処理方法は不可逆的な検体の質悪化を招くため、検体処理をおこなう者には更なる理解と注意が求められている。

本 項では Transbronchial biopsy (TBB), Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration (EBUS-TBNA) 検体における病理診断、細胞診断、ROSE のための一般的な処理方法とその注意点について、さらにホルマリン暴露対策について紹介する。

【気管支鏡検体でおこなう各種遺伝子検査について】

気管支鏡検査時に、各種遺伝子検査のための検体採取として実施する旨がカルテに記載されていることが多い。肺がん領域で実施されることの多い遺伝子検査を表 1 に示す。PD-L1 のみは核酸を用いず、免疫染色で実施される。核酸を抽出しないため、必要細胞数は最低 100 個と遺伝子検査と比べると少量で可能である。これらの検査を予定している場合、気管支鏡施行医は、採取回数を増やしたり、より大きな検体を採取したりするように工夫をすることが多い。

表 1 に記したものは基本的にホルマリン固定をおこなった組織検体で実施されるが、肺がん コンパクトパネル® Dx マルチコンパニオン診断システムは専用バイアルを用いて細胞診検体（鉗子洗浄液や Bronchoalveolar Lavage (BAL) 等）でも実施される。また cobas® EGFR 変異検出キット v2.0 についても細胞診検体（鉗子洗浄液や BAL 等）でも実施可能なため、十分な組織検体が採取できない場合に、準備物の変更を求められることがある。

採取した検体は全て感染物として扱い、術者・介助者は個人防護具（PPE）、手袋、サージカルマスク、N95 マスク、ゴーグルまたはフェイスシールド付マスク、ディスポーザブルガウンを装着する。これらは 1 患者毎に交換するが、手袋は適宜交換する。

表 1 気管支鏡検査に関連する各種遺伝子検査条件

検査名	必要核酸種	必要核酸量	推奨腫瘍割合
AmoyDx® 肺癌マルチ遺伝子 PCR パネル	DNA RNA	67.5～ 135ng* 120～ 1200ng*	20%以上
オンコマイン Dx Target Test マルチ CDx システム	DNA RNA	10ng 10ng	30%以上
肺がん コンパクトパネル® Dx マルチコンパニオン診断システム	DNA RNA	10ng 10ng	10%以上
FoundationOne® CDx がんゲノムプロファイル	DNA	55~1000ng	20%以上

cobas® EGFR 変異検出キット v2.0	DNA	150ng	10%以上
PD-L1 タンパク(IHC)22C3	-	-	-

*吸光度法による測定

【乾燥対策】

細径鉗子などで採取した微小な検体は、組織自体の乾燥にも注意が必要である。検体が乾燥することにより、病理診断用染色の染色性の変化や、自己融解、組織構築の変性が引き起こされる。鉗子から濾紙へ付着させたあと、速やかにホルマリンへ浸漬することが重要である。また小さなホルマリン瓶に多数の濾紙を入れると蓋の裏や壁面に付着し、十分にホルマリンに浸漬されずに乾燥や固定不良を起こす。瓶に入れた後、確実に組織がホルマリンに浸漬されていることを目視で確認する。

鉗子やブラシを塗抹する細胞診標本を作製する際も乾燥に注意が必要である。95%エタノール入りのドーゼを用意し、蓋を開けておくことで塗抹後、速やかに固定することができる。ドーゼに入れる際は、溝を気にせず1回エタノールへ浸漬した後に、改めて溝に沿って並べるようにするとよい。

【各種検査に応じた固定方法】

当院で実施している各検査の固定方法を下記に記す。各施設によって異なる可能性があるため、詳細は病理検査技師に確認が必要である。下記のように、実施する検査によって固定方法が異なる。誤った固定方法、検体処理方法は不可逆的な検体の質の悪化を招くため、検体処理をおこなう者には更なる理解と注意が求められている。

■ 細胞診

塗抹ガラス標本：95%エタノール→パパニコロウ染色

液性検体（鉗子洗浄液、BAL等）：液状のまま提出→パパニコロウ染色

- ROSE 用標本：乾燥固定→Diff-Quik 染色, Ultrafast Papanicolau (UFP) 染色：95%エタノール→改変 Papanicolau 染色＊施設により異なるため、病理検査技師に確認が必要である。
- 組織診：10%中性緩衝ホルマリン→HE 染色, 各種免疫染色, 遺伝子検査

■ 準備物 (図 1)

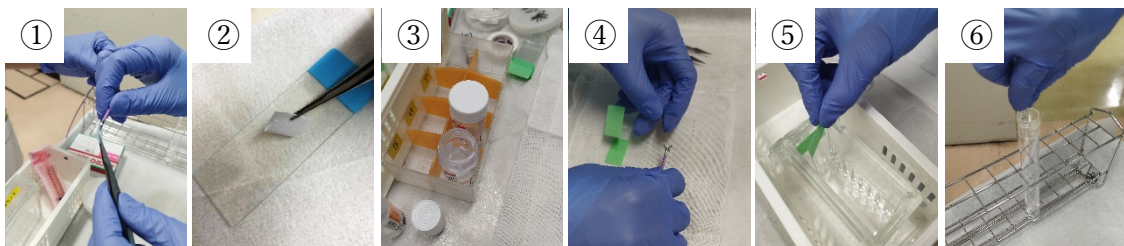
- ・10%中性緩衝ホルマリン瓶
- ・検体ラック
- ・鑷子
- ・5mm角程度の濾紙
- ・患者名を記載したスライドガラス
- ・95%エタノール入りドーゼ
- ・生理食塩水入り滅菌スピッツ
- ・スピッツ立て
- ・筆記用具



■ 方法と注意点

当院における ROSE 実施時の TBB 検体処理の流れを参考に記す.乾燥してもよい標本は処理を最後に回し, 乾燥が厳禁の検体を先に処理することが重要である.TBB 検体は微小検体のことが多いため, 前述の乾燥対策と検体紛失に対する注意が必要である.事前にスライドガラスには患者名を記載しておく, ホルマリン瓶は倒れないようにケースに入れる, 検体処理をおこなう机上は整理整頓をすることが重要である.また採取部位を変更した際は, 検体を区別する必要があるため, 変更の際は 95%エタノール入りドレーズや生理食塩水入り滅菌スピッツを新たに準備する.

- ① TBB 検体が採取されたら、鉗子から濾紙にとる。
- ② ROSE 用にガラスへ捺印する。
- ③ 組織をホルマリン瓶へ浸漬する。
- ④ 鉗子、もしくはブラシをガラスに塗抹する。
- ⑤ ガラスを 95%エタノールに浸漬する。
- ⑥ 鉗子を生理食塩水入り滅菌スピッツへ浸渡し、先端を洗浄する。
- ⑦ ROSE 用ガラスを処理する。



【TBNA 検体の取り扱い】

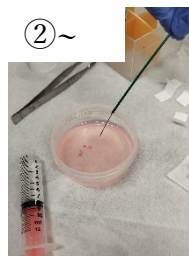
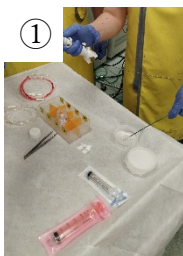
■ 準備物

- ・ 10%中性緩衝ホルマリン瓶
- ・ 検体ラック
- ・ 鑷子
- ・ 5mm角程度の濾紙
- ・ 患者名を記載したスライドガラス
- ・ 生理食塩水入り滅菌シャーレ
- ・ シリンジ
- ・ 筆記用具

■ 方法と注意点

当院における ROSE 実施時の TBNA 検体処理の流れを参考に記す.当院ではガラスに対する吹き付け法はおこなっていないが、吹き付け法で行う施設は検体の乾燥にも注意が必要である.検体がシャーレに出た際に、シャーレを揺らして生理食塩水内で洗うようにすると組織がほぐれ、検体採取がしやすくなる.

- ① 針先を生理食塩水入り滅菌シャーレに置く.
- ② スタイレットを挿入し採取物を押し出す.
- ③ シリンジを用いて生理食塩水で針内を洗浄する.
- ④ シリンジを用いて空気で検体を押し出す.
- ⑤ 濾紙を用いて検体を取り、ホルマリン瓶へ浸漬する.
- ⑥ シャーレ内の残渣を用いて ROSE 用ガラスを作製する.



【ROSE 検体の取り扱い】

■ 準備物

- ・ 鑷子
- ・ 患者名を記載したスライドガラス
- ・ 風乾用ドライヤー
- ・ 染色液
- ・ ドーゼ
- ・ 顕微鏡

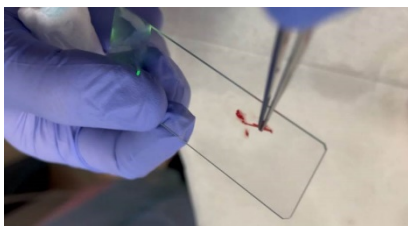
■ 方法と注意点

TBB 検体の捺印時は検鏡しやすいようにフロストから離れた場所に、複数箇所捺印する。捺印時はガラスにこすったり、揺らしたりすると核が挫滅するため、押し付けるのみにとどめる。乾燥に注意して素早くおこない、ROSE 用のガラスは最後にして、乾燥してはいけない検体処理を優先することが重要である。TBNA 検体では ROSE 用検体として残渣のうち有核細胞を多く含むと考えられる白色部を採取するが、掴めないようなもろもろの白色物は壊死のみの検体である場合があるので、複数箇所採取するなどサンプリングエラーを防ぐようにする。(図 2.3)

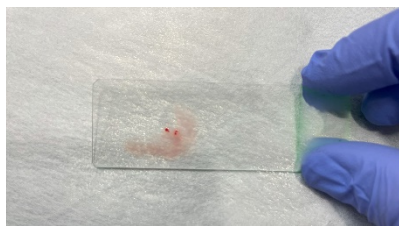
当院では TBB 検体は 3 カ所捺印、TBNA 検体では厚さが異なるように 2 回ほど場所を変えて圧挫している。(図 4.5)

当院における ROSE (Diff-Quik 染色) の流れを参考に記す。①の乾燥では冷風にて乾燥させる。②～④は素早く上下してガラス表面が液になじむようにすることが重要である。検鏡する人の好みに応じて染色時間の調整が必要である。また、染色液交換直後は濃く染まるので、染色時間を短くすることもポイントである。

(図 2)



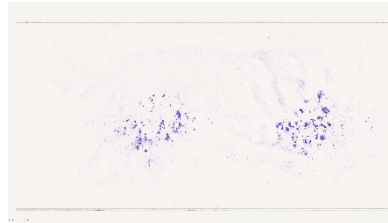
(図 3)



(図 4)



(図 5)



- ① ドライヤー乾燥 (5 秒)
- ② 固定液 7tap
- ③ 染色液Ⅰ 7tap
- ④ 染色液Ⅱ 7tap
- ⑤ ドーゼにて水洗 (5 秒)
- ⑥ ドライヤー乾燥 (10 秒)
- ⑦ 検鏡

■ ホルマリン暴露への対策

ホルマリンに含まれるホルムアルデヒドは特定化学物質障害予防規則において特定第2類物質及び特定管理物質に該当する物質である。作業環境測定にて管理濃度が 0.1ppm 以下であることが義務付けられており、発生源での抑制が非常に重要である。ホルマリン瓶の開け閉めは素早く行う、蓋を開けたまま放置しないことに気を付ける必要がある。またホルマリン瓶が倒れないように、ラックを使用すること、ホルマリンをこぼしてしまった際にすぐに拭き取れるように Tissue-Tek FormaGO ホルマリン吸収ワイプなどを用意しておく、もしくはラック周りにあらかじめ敷いておくといよい。

参考文献

1. 日本病理学会. ゲノム研究用・診療用病理組織検体取扱い規程. 羊土社, 2019.
2. 日本肺癌学会. 肺癌患者における次世代シーケンサーを用いた遺伝子パネル検査の手引き 第 2.0 版. 2021 年
https://www.haigan.gr.jp/uploads/files/NGS%E3%82%AC%E3%82%A4%E3%83%89%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%83%B3-2%E7%89%88%E6%9C%80%E7%B5%82_version.MM.Oct.21.2021

[.pdf](#) (2024 年 1 月 15 日アクセス)

3. 日本臨床細胞学会：がんゲノム診療における細胞検体の取扱い指針 第 1.0 版. 2021 年. https://cdn.jsccl.or.jp/wp-content/themes/jsccl/guidelines/2021/genome_guidelines_0604.pdf (2024 年 1 月 15 日アクセス)
4. 日本病理学会・日本臨床検査医学会：がんゲノム検査 全般に関する指針 第 1.0 版. 2022 年. https://www.pathology.or.jp/news/genomu_shishin_saishu.pdf (2024 年 1 月 15 日アクセス)

検査後患者観察の注意点

【重要ポイント】

- ・鎮静下での気管支鏡検査後は適切にモニタリングを行う。
- ・鎮静剤に対する拮抗薬を使用した場合も、鎮静剤の効果が持続していないか留意する。
- ・帰宅・退室基準について各施設で情報共有を行う。

【概要】

気管支鏡検査は空気の通り道である気管支にスコープを挿入し、苦痛を伴う処置であるため、禁忌に該当しない限り、鎮静下での管理が望ましい¹⁾。2016年の我が国での呼吸器内視鏡学会認定・関連施設での全国調査においても、登録された全施設の約75%において鎮静薬の静脈内投与が考慮されており、静脈内鎮静薬を使用しなかった施設は全体の約25%であった。

静脈内鎮静薬では、ミダゾラムが最も選択され、全施設の約80%弱で使用された。ミダゾラムに対する拮抗薬（フルマゼニル）の投与は、全施設の約40%弱でルーチンに行われていた。一方で全施設の約40%弱では、フルマゼニルの使用はルーチンでは行っておらず、患者さんの状態に応じて使用されていた²⁾。近年、気管支鏡検査手技の多様化、および進行非小細胞肺癌に対する治療方針を決定する上で次世代シークエンサー解析のために気管支鏡検査に求められる役割は大きい。気管支鏡下生検検体の質と量を担保するために、生検回数も増加し、検査時間の延長に伴い、鎮静剤の投与量が多くなる場面もある。

鎮静下で気管支鏡検査が行われた後のバイタルサインを含めたモニタリングを適切に行い、さらに帰宅・退室基準について患者管理のポイントを各施設で情報共有を行うことが重要である。

鎮静下での気管支鏡検査終了時、患者は未だ鎮静下にあると言える。十分に覚醒し、鎮静前の状態と同程度に戻ることができる状態までは鎮静中と同様の対応が必要であり、適切なモニタリングを行い、十分な回復を確認する必要がある。

鎮静状態からの回復期評価～帰宅・退室条件～

- ・医師や看護師等スタッフが退室許可を指示し、その旨をカルテに記録する。
- ・拮抗薬を使用した場合は、最後の使用から十分な時間（2 時間程度まで）観察することが望ましい。

●外来患者

処置後**最低 1 時間は監視**を行い、1 時間後バイタルサインに異常がないこと及び歩行ができることを確認し、Aldrete Score 等により覚醒状況を評価し、帰宅の可否を決定する³。

Aldrete Score を用いた内視鏡における監視解除（退出）基準

- ・Aldrete Score 10 点以上を帰宅許可の原則的要件とする。
- ・Aldrete Score 10 点未満の場合は、有害事象の可能性を考慮し、原因検索と治療処置を行うとともに入院など必要な対応を検討する。

●入院患者

入院患者も同様に処置後 Aldrete Score 等により覚醒状況を評価し一般病棟へ帰室可能か判断する。

Aldrete Score を用いた内視鏡における監視解除（退出）基準

- ・Aldrete Score 8 点以上で 0 点の項目がないことを一般病棟に帰室する原則的要件とする。
- ・Aldrete Score 8 点未満あるいは 0 点の項目がある場合、基準を満たすまで観察を継続するか、基準を満たす前に一般病棟に帰室させる場合は、帰室後の適切なモニタリング(検査 2 時間後までは SpO₂ モニター装着等)を指示する。

■Aldrete Score

評価項目	基準	点数
呼吸状態	深呼吸、咳嗽反射可	2
	呼吸困難、もしくは浅い呼吸あり	1
	無呼吸あり	0
酸素飽和度	酸素飽和度 > 92% (室内気)	2
	酸素飽和度 ≥ 90% (酸素投与下)	1
	酸素飽和度 < 90% (酸素投与下)	0
意識状態	覚醒	2
	呼びかけで覚醒	1
	反応なし	0
循環動態	血圧 ± 20mmHg(検査前基準値より)	2
	血圧 ± 20～50mmHg(検査前基準値より)	1
	血圧 ± 50mmHg(検査前基準値より)	0
活動度	四肢を動かせる	2
	いずれかの二肢を動かせる	1
	四肢を動かせない	0

(参考文献 3 より引用・改変)

●外来患者の帰宅の場合の教育指導

静脈内鎮静薬投与後でもあり、外来患者の場合、帰宅時の教育指導も重要である。
教育指導として

- 咽頭麻酔実施による検査後 2 時間までの飲水制限
- 飲食制限時間
- 検査後当日の車の運転制限
- 鎮静後の注意点・過ごし方
- 帰宅後の転倒予防
- 重要な契約のサインを行わない

などを患者および家族に行う。

参考文献：

1. 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(Suppl 1):i1-21.
- 2 Horinouchi H, Asano F, Okubo K, et al. Current status of diagnostic and therapeutic bronchoscopy in Japan: 2016 national survey of

bronchoscopy. *Respir Investig*. 2019;57(3):238-244.

3 Aldrete JA, Kroulik D. A postanesthetic recovery score. *Anesth Analg*. 1970;49(6):924-934.

メディカルスタッフのための気管支鏡の手引き 9

気管支鏡検査室における被ばく管理について

【重要ポイント】

被ばくを低減するために

- ・放射線防護衣等で防護する
- ・検査室内で被ばくを受けやすい場所や防護されている場所を意識し行動する
- ・透視モードや画像拡大率の最適化など、被ばく線量低減につながる設定の調整について、放射線技師の協力を得る

【概要】

医療従事者の職業被ばくには限度があり、実効線量の限度は5年間で100mSv、特定の1年間に50mSvと定められている。呼吸器内視鏡においては診断のための気管支鏡検査や気道のインターベンションなどでX線が使用されるが、現場の状況を踏まえて、線量限度を超えることのないよう、医療従事者の被ばくに対する認識と積極的な放射線防護、被ばく線量低減につながる機器の設定調整が求められる。

例えば放射線防護衣や防護メガネの着用、検査室内での放射線防護衝立や管球用防護カーテンの使用は有効である。また放射線技師の協力を得て、診療可能な最低限の画質が得られるよう、透視モード、フレームレート（パルスレート）、照射野、照射時間などを調整し、被ばく線量を下げる工夫を行う。

放射線診療従事者が業務の過程で受ける被ばくを「職業被ばく」といい、線量限度を超えないよう線量管理がなされる。国際放射線防護委員会（ICRP: International Commission on Radiological Protection）は、目の水晶体の等価線量限度を5年間の平均で年20mSv（100mSv/5年）、かつ特定の1年間に50mSvとする声明を発表した¹。等価線量限度を超えることのないよう、医療従事者の被ばくに対する認識と積極的な放射線防護、被ばく線量低減のための工夫が必要である。

呼吸器内視鏡においては、肺腫瘍や間質性肺炎の診断目的で気管支鏡下に検体が採取される際、気管支鏡や鉗子などの位置や方向の確認のため、X線が使用される。また、気道のインターベンションの際にもステントやガイドワイヤー、バルーンなどのデバイスの位置確認のためにもX線が用いられる。

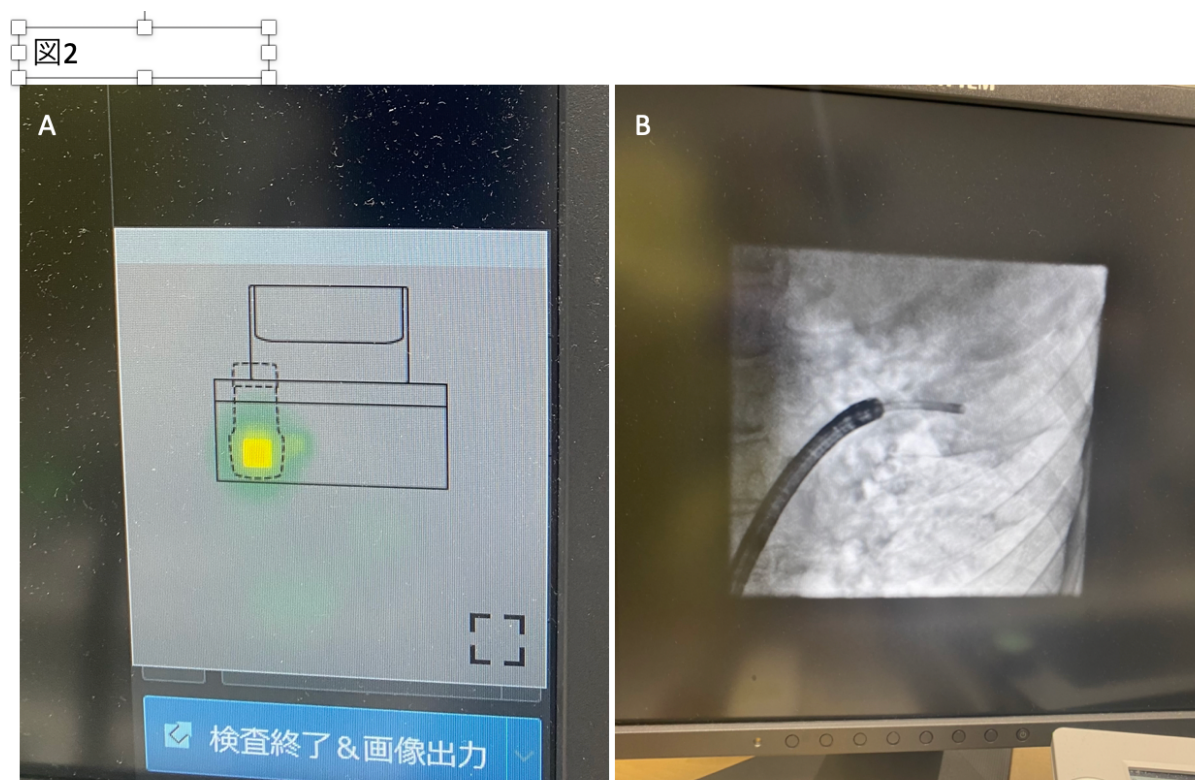
X線は遮蔽による防護が効果的であり²、放射線防護衣や防護メガネ等がよく用いられる。放射線防護衣を装着して業務を行う場合、不均等被ばく管理が必要となる。すなわち、防護衣に保護されている体幹部の基本部位の他、最も多く放射線を受けるおそれのある部位（防護衣のない頭頸部等）にも個人線量計（ガラスバッジ）を装着し、被ばく管理する必要がある。実効線量は各線量計で得られた測定値を基に計算を行い、目の水晶体の等価線量は頭頸部に装着した線量計から得られた測定値を基に算定される²。放射線防護メガネを使用する際は、遮蔽部分と顔との隙間から入射する散乱線に注意する。また、X線から医療従事者を防護するため、可能な限り放射線防護衝立（図1）を使用し、従事者は介助時以外は防護衝立の後方で待機しておくことも良い防護対策である。

図1



検査室内での医療従事者への被ばくの要因となる散乱線は主に患者から発生するが、術者はもとより、介助者は近づかざるを得ない。防護衣の装着はもちろん、照射野内に医療従事者の手などが入らないよう注意が必要である。照射野内外で100倍以上線量が異なり、手が照射野に入ることによって手指の皮膚障害や皮膚がんのリスクが高まると言われている。患者を抑える必要がある場合は補助具を使用する。また、放射線被ばくは患者頭側の術者位置よりも患者側方の介助者位置の方が多いとされ³、留意しておく必要がある。検査中の被ばくを低減するに

は、照射時の室内散乱線分布を把握し、可能な限り低線量の場所に回り込むことが有効である。当院では線量管理システムを導入しリアルタイムに被ばく線量の管理も行われている（図 2A）。また、X 線管から垂らす防護カバーを使用することで、検査室内の空間線量を大幅に低減させることができる。



技術的には透視モードを H (High) から L (Low) に変更することで、また画像の拡大率（図 2B）を大きくするほど（視野を狭くするほど）被ばく量が低減される³。当院では透視モード L (Low) では画質が悪く判別困難となることがあり、M (Middle) が選択されることが多いようであるが、X 線管球の出力が最も大きい透視モード H (High) が使用されることはほとんどない。透視モード、画像拡大率の最適化の他に、当院ではフレームレート（パルスレート）を調整することで被ばく線量を下げる工夫がなされている。このように放射線技師が検査に加わることで被ばく線量低減につながる設定の調整がなされるため、透視下気管支鏡検査において放射線技師が必要である⁴。

呼吸器内視鏡において X 線を利用する検査や処置は多く、医療従事者の被ばく線量低減のため適切な防護対策が必要である。放射線防護衣は必ず着用し、ガラスバッジによる被ばく線量の管理や定期検診も行うべきである。また放射線技師との連携も重要である。

【図の説明】

図 1. 当院における透視を使用する気管支鏡検査室。検査室内には放射線防護衝立（矢印）があり、検査記録や投与薬剤準備などは防護衝立の後方で作業を行うことで放射線被ばくを軽減できる。

図 2. A. 線量管理システムにより検査中リアルタイムに線量の多い位置を知ることができる。B. 画像は可能な限り視野を狭くすることで線量を低減する。

【文献】

1. International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 118: ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs--threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. *Ann ICRP* 2012, 41: 1-322.
2. 藤淵俊王. 医療分野における職業被ばくと放射線防護—放射線診療従事者の不均等被ばく管理—. 保健物理. 2018;53:247-254.
3. 嶋田恵太, 石原佳知, 橋戸宏輔, ほか. 気管支鏡検査における X 線透視被ばく線量の定量化と低減. 日本赤十字社和歌山医療センター医学雑誌. 2022;40:81-87.
4. 中山光男. 気管支鏡検査の安全対策. 気管支学. 2021;43:539-544.