

症例
ライブラリー肺切除術の
周術期管理肺切除後、不穏となったが
HCUは満床

■ 症 例

75歳の男性。身長170 cm、体重58 kg、BMI 20。ここ数か月、軽度の労作時呼吸困難と慢性の咳嗽を自覚していた。健診での胸部異常影を契機に精査を受け、右下葉に肺腺癌(cT1cN0M0, Stage I A3)と診断された。喫煙歴は20本/日×55年と長い。ほかに重篤な併存疾患はなく、根治的手術を目的に呼吸器外科へ紹介され、胸腔鏡補助下右下葉切除が予定された。

術前の肺機能検査では、1秒量(FEV1.0) 1.35 L、1秒率(FEV1.0%) 60%と低下を認め、中等度の閉塞性換気障害が示唆された。胸部CTではびまん性の気腫性変化に加え、気道内に軽度の粘稠性分泌物も認められた。術前の経皮的末梢動脈血酸素飽和度(SpO₂)は安静時でも94%(室内気)とやや低値であった。

麻酔方法は全身麻酔+硬膜外麻酔を予定した。

■ 麻酔経過

硬膜外カテーテルをT_{7/8}から挿入した。導入はレミフェンタニル、プロポフォール、ロクロニウムで行い、左用ダブルルーメン気管支チューブdouble-lumen endobronchial tube (DLT)を気管挿管した。麻酔維持は全静脈麻酔(TIVA、プロポフォール+レミフェンタニル)+硬膜外麻酔で行い、train-of-four (TOF) カウント0~1の筋弛緩状態を保つように、適宜ロクロニウムを10mgずつ投与した。

術中、一側肺換気での酸素化はP/F比200前後で、痰貯留によると思われる酸素化低下を頻回に認め、その都度、気管内吸引で改善した。手術は胸腔鏡補助下で行われ、術中の肺の虚脱はやや不良であったが、明らかなリークや肺損傷は認められず、胸腔ドレーンを挿入し閉胸した。手術は4時間10分で終了した。

術後鎮痛はフェンタニルとアセトアミノフェン、硬膜外カテーテルからロピバカインを投与した。

術後胸部X線写真では、右上葉の無気肺を認めたため、気管内吸引とリクルートメントを行った。

スガマデクスで拮抗し、TOF比>90%を確認し、覚醒とともに自発呼吸を認めたため、抜管した。従命は良好で、numerical rating scale (NRS)は3点。血圧は135/87 mmHg、酸素3 L/min(フェイスマスク)でSpO₂ 98%とバイタルサインに異常はなく、麻酔後ケアユニットpost-anesthesia care unit (PACU)へ移動した。麻酔時間は5時間30分であった。PACUに搬送された直後は安定していた。ところが、15分後にSpO₂が徐々に低下し、不穏となった。high care unit (HCU)は満床であり、病棟へ入室する予定である。

いふ

さて、あなたならどうする？

鑑別のプロセス

肺切除後、特に抜管後早期のPACU観察中に酸素化の低下を認めた場合、迅速かつ的確な鑑別が求められる。以下に代表的な原因を挙げる。

■ 無気肺 (13a. ログ>B (以下) 870% + 2340% (以下))

最も頻度が高いのは無気肺である¹⁾。喫煙歴がある患者では、分泌物の貯留や咳嗽反射の低下により換気が不十分となりやすい。また術後の疼痛によって深呼吸が抑制されることも無気肺の誘因となる。聴診での呼吸音減弱や、胸部X線での区域性的volume lossが所見として現れる。

■ 気胸、緊張性気胸

術中・術後に胸腔ドレーンが適切に機能していない場合や、肺の再膨張が不十分な場合に発生し得る。SpO₂の急激な低下、血圧低下、片側の呼吸音消失などを認めた場合、可及的すみやかに精査する必要がある。気胸の診断は、一般的に胸部X線検査が選択される。一方、超音波検査(肺エコー)による気胸診断は感度89%、特異度99%(胸部X線検査の感度は30~70%)とする報告²⁾もあり、特に迅速な診断を求める状況では肺エコーの即時性の高さが有益である可能性がある。

■ 残存肺の過膨張や圧外傷

切除された肺の容積を補うように、残存肺に過剰な換気が集中することで生じる。区域性的肺水腫や血痰を伴い、胸部X線やCTで浸潤影が認められることがある。

■ 肺水腫

心原性・非心原性いずれも可能性があり、特に術中の輸液過多や肺血流の急激な再分配が関与する。両側性の湿性ラ音や斑状の浸潤影、脳性ナトリウム利尿ペプチド(BNP)の上昇などが診断の一助となる。

■ 気道閉塞

喀痰の増加や術中吸引の不十分さが原因となり、分泌物や血痰によって気道が閉塞し、換気が障害される。胸部X線で肺虚脱や片側の透過性亢進がみられることがある。

■ 残存筋弛緩

筋弛緩が残存していると横隔膜や肋間筋の運動が不十分になり、低換気となる。また、咳嗽力の低下により喀痰や分泌物を十分に排出できず、気道閉塞や分泌物性無気肺を生じやすくなる。筋弛緩モニタリング(TOF測定)による適切な評価、十分な拮抗薬(スガマデクスなど)使用による完全な筋力回復の確認が必要となる。

■ 肺塞栓症

長時間の手術、高齢、悪性腫瘍といった危険因子を有する場合には、特に注意が必要である。急激な呼吸困難や右心負荷所見、肺泡気-動脈血酸素分圧差 Δ alveolar-arterial oxygen difference (A-aDO₂) 開大が典型的な所見である。

■ 術後疼痛

疼痛による低換気も頻度の高い原因の一つである。疼痛が強いと呼吸が浅くなり、換気量の減少から無気肺やCO₂貯留に至る。患者自己調節鎮痛(PCA)の設定不良や、硬膜外麻酔のブロック範囲の逸脱などにも注意が必要である。

■ 再膨張性肺水腫

術前に虚脱していた肺が術中に急激に再膨張することで、血管透過性が亢進し肺水腫を呈する。術後数時間以内に急激な呼吸不全を生じることがあるため、病態への理解と早期の介入が必要である。

... 色ベタ

以上のように、肺切除後のPACUでの酸素化低下には多様な要因が関与しており³⁾、患者の既往、術中経過、術後モニタリング結果を踏まえた包括的な鑑別が不可欠である。

■ その後の経過

PACUでSpO₂が94%から85%へ低下し、呼吸数は30回/minを超え、患者は強い呼吸困難感を訴えた。心拍数は90 bpmから120 bpmに増加、血圧は130/80 mmHgから

深野 菜摘
FUKANO, Natsumi

大地 嘉史
OHCHI, Yoshifumi

大分大学医学部附属病院
麻酔科

80/40 mmHg へ急激に低下した。右胸部の呼吸音は著明に減弱し、頸静脈怒張を認めた。

胸部 X 線撮影により、右側緊張性気胸を認めた。胸腔ドレーンは前方に偏位しており、適切な排気を得られていない状態であった。既存ドレーンの再挿入を行ったところ、呼吸状態および循環動態はすみやかに改善した。PACU での観察により、緊張性気胸に対して迅速に対応でき、病棟へ帰室することができた。

胸腔ドレーンの管理

肺切除後の胸腔ドレーン管理は、術後合併症の予防および早期回復を図るうえで極めて重要である⁴⁾。ドレーンの主な目的は、胸腔内に貯留する空気や液体（血液・滲出液）を適切に排出し、肺の再膨張を促進することであり、同時に術後のエアリークや出血、感染といった重篤な合併症の早期発見にも寄与する。

以前は排液用、排気用にそれぞれ 1 本のドレーンを留置することが基本であったが、手術の低侵襲化に伴って、現在は 1 本のみ留置することが推奨されている。ドレーンの種類にもよるが、液体の貯留する背側を通して、先端が空気の溜まる胸腔頂もしくは腹側へ位置するように留置する⁵⁾。留置後は胸部 X 線でドレーンが適切な位置にあるか、ドレナージができていかなどを確認する（図 1、2）。

ドレーンの管理は、排液の量や性状（色調、濁度など）を定期的に確認し、急激な増加や血性・膿性への変化があれば、出血や感染の徴候として迅速な対応が求められる。また、水封室での呼吸性の気泡や水位変動の有無を通じて、気漏の存在を評価することも不可欠であり、特に術後数日を経ても持続する気漏は肺瘻や気管支瘻を疑う所見となる。加えて、チューブの屈曲や閉塞、皮下気腫、刺入部の皮膚の状態や固定の安定性といったドレーン自体の機能維持にも注意を払う必要がある。さらに、呼吸困難や SpO₂ の低下、頻脈、血圧低下などの全身状態の変化があれば、緊張性気胸や大量出血などの重篤な合併症を疑い、ドレーン所見と併せて総合的に評価しなければならない。このように、肺切除後のドレーン管理は、呼吸・循環動態や感染徴候を含めた全身の術後経過を的確に把握し、異常の徴候を早期に捉えて介入するという包括的な視点が求められる。

そのほかの PACU での観察のポイント

肺切除術後の早期（術後 24 時間以内）には、呼吸以外にも注意すべき重要な合併症が存在する。これらは患者の QOL や術後の経過に大きく影響を及ぼすため、術直後からの慎重な観察が必要である。

■ 出血、血胸

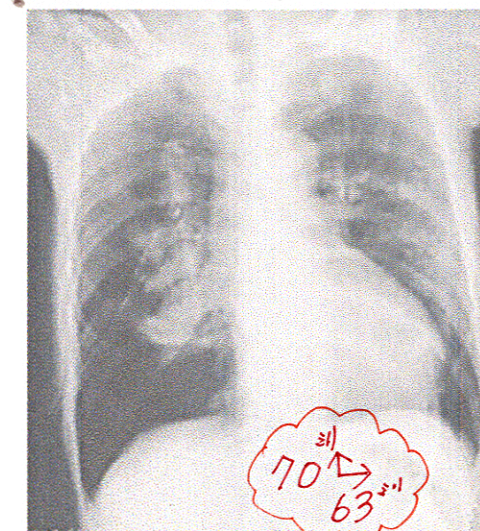
術後の活動再開や血圧変動を契機に、創部からの持続的な出血が起こることがある。胸腔ドレーンからの出血量増加やバイタルサイン不安定、貧血傾向が示唆所見であり、ヘモグロビン値（Hb）低下や胸部 X 線での胸水貯留像が認められた場合は、再出血または血胸を疑う。外科的止血や再開胸の可能性について、早期に術者と協議する必要がある。

■ 嚔声、反回神経麻痺

一般的に、DLT は普通のチューブよりも外径が太く硬いため、声帯や周囲粘膜への圧迫が強く、嚔声や咽頭痛の発生率が高くなるとされている⁶⁾。また、術中の気管・食道周囲操作やチューブの圧迫により反回神経が障害されることがある。多くは一過性だが、遷延する場合は耳鼻科

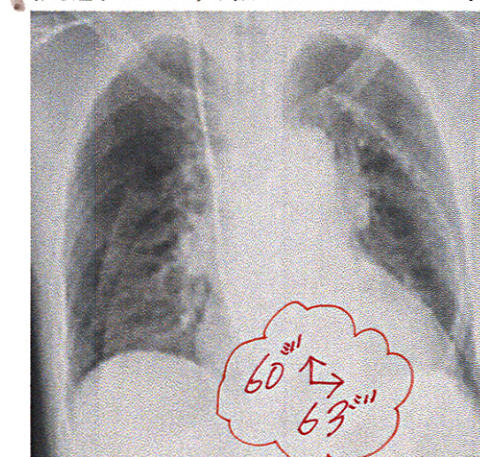
▼図 1 ドレーン挿入後の胸部 X 線写真

右気胸に対して胸腔ドレーンが挿入されているが、ドレナージが効いていない。



▼図 2 気胸のようにみえる胸部 X 線写真

右肺に皮膚のしわ様のラインが写っており、一見、肺の虚脱による気胸の所見にみえるが、肺血管陰影を追っていくと、気胸ではないことがわかる。



的評価が検討される。

■ 神経障害、体位関連合併症

側臥位での長時間手術なので、腕神経叢や坐骨神経の圧迫が生じることがあり、術後の肩痛、上肢しびれ、運動制限、筋力低下などで発覚する。体位固定時の過伸展や圧迫に注意し、術後は神経学的モニタリングと早期リハビリテーションが重要である。

キーワード

PACU
緊張性気胸
胸腔ドレーン

■ まとめ

- 肺切除後の PACU では、無気肺や気胸、気道閉塞、残存筋弛緩など多岐にわたる要因による酸素化低下に対し、全身状態と画像所見を総合的に評価する必要がある。
- 胸腔ドレーンの位置異常、屈曲・閉塞により緊張性気胸などの重篤な合併症を引き起こす。
- 呼吸器症状だけでなく、嚔声、出血、神経障害といった非呼吸器合併症にも留意し、術後早期は多角的なモニタリング体制を整えることが重要である。 ↔ 136.5ml

■ さらなる学習のために

- Luo X, Ying Y, Yin L, et al. Analysis of risk factors for hypoxemia in PACU for patients undergoing thoracoscopic lung cancer resection based on logistic regression model. BMC Anesthesiol 2025 ; 25 : 174.
胸腔鏡下肺手術を受ける患者の PACU 滞在中の低酸素血症の危険因子についての論文。術前因子、術中因子で低酸素の予測をすることで、PACU での患者転帰の改善につながる可能性がある。

■ 文 献

1. Choi C, Lemmink G, Humanez J. Post-operative respiratory failure and advanced ventilator settings. Anesthesiol Clin 2023 ; 41 : 141-59.
2. Frankel HL, Kirkpatrick AW, Elbarbary M, et al. Guidelines for the appropriate use of bedside general and cardiac ultrasonography in the evaluation of critically ill patients-part I : general ultrasonography. Crit Care Med 2015 ; 43 : 2479-502.
3. Karcz M, Papadakis PJ. Respiratory complications in the postanesthesia care unit : a review of pathophysiological mechanisms. Can J Respir Ther 2013 ; 49 : 21-9.
4. Anderson D, Chen SA, Godoy LA, et al. Comprehensive review of chest tube management : a review. JAMA Surg 2022 ; 157 : 269-74.
5. 武藤哲史, 鈴木弘行. 肺切除手術後の胸腔ドレーン管理の要点. 胸部外科 2017 ; 70 : 683-7.
6. Knoll H, Ziegeler S, Schreiber JU, et al. Airway injuries after one-lung ventilation : a comparison between double-lumen tube and endobronchial blocker : a randomized, prospective, controlled trial. Anesthesiology 2006 ; 105 : 471-7.