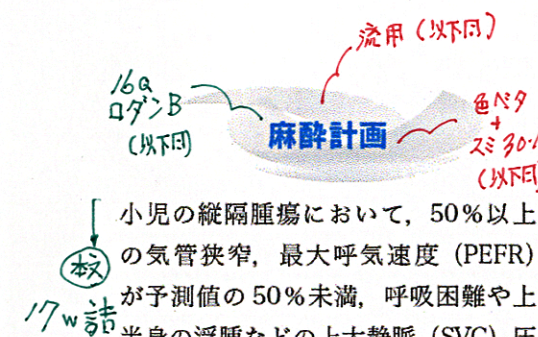


症例  
カンファレンス

## 生検が予定された小児前縦隔腫瘍

## PLAN 3

左側臥位で  
レミマゾラムによる鎮静と  
局所麻酔による生検術を施行山本 菜都美・木村 聡  
YAMAMOTO, Natsumi・KIMURA, Satoshi  
京都大学医学部附属病院 麻酔科

小児の縦隔腫瘍において、50%以上の気管狭窄、最大呼気速度 (PEFR) が予測値の50%未満、呼吸困難や上半身の浮腫などの上大静脈 (SVC) 圧迫症状、呼吸困難の症状のある症例では合併症を生じる危険が高く<sup>1)~3)</sup>、本症例は高リスク症例に該当する。

生検のみの短時間手術であるため、管理方法として

- ①覚醒下 (局所麻酔のみ)
- ②鎮静下
- ③筋弛緩薬を使用しない全身麻酔
- ④筋弛緩薬を使用した全身麻酔

の四つの選択肢が考えられる。④は、胸部筋緊張の低下や陽圧換気の影響による胸腔内圧の上昇により、狭窄部位の気管の閉塞や SVC の圧迫などが生じる危険性がある。自発呼吸を温存することは利に働くが、患者の年齢や術式を考慮すると①の覚醒下での手術は困難と考える。

以上より、本症例では②の自発呼吸を温存した鎮静下に局所麻酔を併用した麻酔方法を第一選択とする。また、体動制御が困難な場合や上気道閉塞をきたした場合、切開創が大きく局所麻酔併用下の鎮静にてコントロールできない場合は③に切り替える方針とする。

## 術前準備

事前に小児外科、呼吸器外科、心臓血管外科を含めた多職種カンファレンスを行う。手術体位、皮膚切開部位、腫瘍へのアプローチ方法、緊急体外式膜型人工肺 (ECMO) 導入時の手順、自発呼吸下での生検が可能かなどの情報共有を行う。患者の協力が得られれば、事前に手術室で体位シミュレーションを行なっておくと、当日速すみやかな処置が可能であり、患者の不安軽減にもつながる可能性がある。

手術日までに上気道閉塞のリスク評価 (いびきやアデノイド、巨舌の有無) を行う。腫瘍による SVC の圧迫を認

めているため、確実な薬物投与のために静脈ラインは前日までに下肢から留置する。

手術当日は呼吸・循環の両方で迅速な対応が必要となり得る症例であり、緊急挿管時に必要となる物品はすべて手術室内に用意しておく。本症例では腫瘍により気管分岐部から左主気管支にかけて狭窄を認めているため、気道閉塞時に挿管しても、通常の気管チューブの位置では換気の改善は見込めない可能性がある。そのような場合は右の片肺挿管ができる長めの気管チューブが必要となる可能性がある。当院では MLT 気管内チューブ (内径 4 mm, チューブ長 34 cm) の在庫があるのでこれを準備しておく。挿管位置の確認や気管内の観察のための気管支ファイバースコープも手術室内に搬入しておく。

## 麻酔管理

鎮静 16a ログンB (以下同)

呼吸抑制や循環抑制の少ない薬物が望ましく、拮抗薬が存在し脳波でのモニターが可能なレミマゾラムによる鎮静を選択する。鎮静の程度は modified observer's assessment of alertness/sedation (MOAA/S) score  $\leq 3$  (表 1)<sup>4,5)</sup> を指標とし、脳波の確認も行う。レミマゾラムによる鎮静下で、成人は  $\beta$  波の出現が特徴とされる。患者の年齢を考慮すると、本症例においても  $\beta$  波の出現は参考になるだろう (図 1)<sup>6)</sup>。一方、 $\beta$  波の出現により、bispectral index (BIS) や patient state index (Psi) といった数値は成人においても適切な麻酔深度の指標にはならない可能性があり<sup>7,8)</sup>、注意を要する。

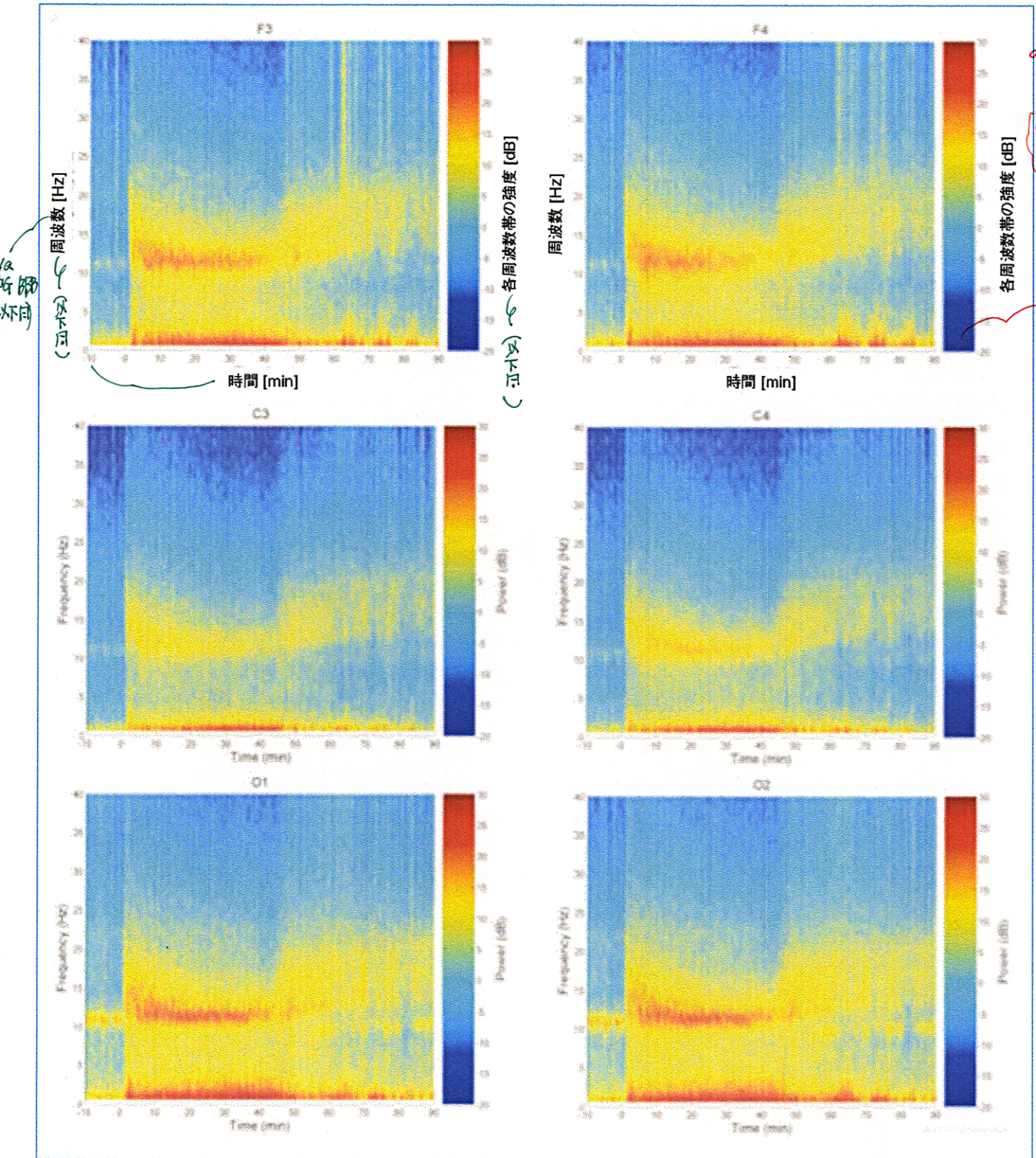


症例  
カンファレンス

生検が予定された小児前縦隔腫瘍

14a ロタ>B (以下同)  
11a ロタ>DB (以下同)  
11a MFG BBB (以下同)

図1 レミマゾラムによる鎮静時の脳波 (文献6より)  
成人におけるレミマゾラムによる鎮静時の脳波記録を示す。前頭部 (F3, F4)、中心部 (C3, C4)、後頭部 (O1, O2) の脳波を記録している。BIS や SedLine® で記録される前頭部 (F3, F4) の脳波記録ではレミマゾラムによる鎮静開始 (0 分) 後から 13 ~ 26Hz (β 波) の強度が増加している。レミマゾラム終了 (35 分) 後は徐々に β 波の強度が低くなっていく。



11a MFG BBB (以下同)  
14 H  
0.12 30%  
色バタニ風  
(前後) 20%  
178  
4色

鎮痛

鎮痛方法としては、硬膜外麻酔<sup>9)</sup>、肋間神経ブロック<sup>10)</sup>、局所麻酔、薬物による鎮痛が考えられる。ヘパリンを使用した ECMO 導入の可能性を考慮すると、硬膜外麻酔は行いにくい。当院であれば、超音波ガイド下での肋間神経ブロック、または術野での局所麻酔と少量のフェンタニルおよびデクスメトミジンの併用を選択する。

呼吸管理

呼吸が楽になる左側臥位での手術を計画し、事前に術者と相談しておく。まず左側臥位でバイタルサインが安定していることを確認してから、鎮静を開始する。鎮静による上気道の閉塞があれば、声門上器具を挿入する。鎮静薬による呼吸抑制が原因で酸素化が保てないと考えられる場合は、フルマゼニルによる拮抗を行い覚醒させる。

挿管が必要になった場合は全身麻酔に切り替える。通常の気管チューブで挿管し自発呼吸で管理できればよいが、腫瘍による圧迫で換気が難しい場合には気管支ファイバーガイド下に 4 mm の MLT チューブを用いて右片肺挿管を行う。

循環管理

本症例では腫瘍が多く動脈と接しており、出血が起こった場合、出血による気管の圧迫、循環動態の破綻 (SVC の圧迫、出血性ショックなど) の両方が同時に発生する可能性がある。SVC の圧迫があるため、中心静脈路の確保は下肢からが推奨されるが、大腿静脈からの中心静脈カテーテル挿入は仰臥

表1 modified observer's assessment of alertness/sedation (MOAA/S) score (文献4より)

反応	スコア
通常の呼名に反応する	5 (覚醒)
通常の呼名に鈍い反応を示す	4
繰り返しまたは大声での呼名に反応	3
軽い刺激や揺さぶりに反応	2
軽い刺激や揺さぶりに反応しない	1
刺激への反応がない	0 (深い鎮静)

位になる必要があり、呼吸苦を呈している本症例では術前的大腿静脈からの中心静脈路の確保は困難と考える。腫瘍摘出術ではなく生検術であり、比較的低侵襲かつ短時間で手術が終了する点を考慮して、本症例では下肢の消毒と超音波での穿刺部の確認のみ事前に行っておき、緊急時は速すみやかに大腿動静脈からのカニューレーションを行い、ECMO の導入ができるようスタンバイする方針とする。

術後管理

術後も過度な体動や血圧変動により生検部位からの出血リスクがあるため、呼吸・循環のモニタリングが必要である。手術室で覚醒を確認後、呼吸症状や循環抑制などがなかったことを確認して ICU 管理とする。

文献

1. Hack HA, Wright NB, Wynn RF. The anaesthetic management of children with anterior mediastinal masses. *Anaesthesia* 2008; 63: 837-46.
2. Anghelescu DL, Burgoyne LL, Liu T, et al. Clinical and diagnostic imaging findings predict anesthetic complications in children presenting with malignant mediastinal masses. *Paediatr Anaesth* 2007; 17: 1090-8.
3. Ng A, Bennett J, Bromley P, et al. An-
4. Cheng W, Cheng Y, He H, et al. Efficacy and safety of remimazolam tosylate in anesthesia for short otolaryngology surgery. *BMC Anesthesiol* 2024; 24: 407.
5. Chernik DA, Gillings D, Laine H, et al. Validity and reliability of the observer's assessment of alertness/sedation scale: study with intravenous midazolam. *J Clin Psychopharmacol* 1990; 10: 244-51.
6. Eisenried A, Schuttler J, Lerch M, et al. Pharmacokinetics and pharmacodynamics of remimazolam (CNS 7056) after continuous infusion in healthy male volunteers: Part II. Pharmacodynamics of electroencephalogram effects. *Anesthesiology* 2020; 132: 652-66.
7. Shirozu K, Nobukuni K, Tsumura S, et al. Neurological sedative indicators during general anesthesia with remimazolam. *J Anesth* 2022; 36: 194-200.
8. Ko CC, Hung KC, Illias AM, et al. The use of remimazolam versus propofol for induction and maintenance of general anesthesia: a systematic review and meta-analysis. *Front Pharmacol* 2023; 14: 1101728.
9. Soliman LM, Mossad EB. Thoracic epidural catheter in the management of a child with an anterior mediastinal mass. *Paediatr Anaesth* 2006; 16: 200-5.
10. Gondar MB, Fernandes M, Mondragon P, et al. Intercostal nerve block is effective in open biopsies of the anterior mediastinal region: case report and review. *Int J Surg Case Rep* 2022; 97: 107461.



## 本症例における 周術期管理の実例

βブタ+スミ20% 治療方針の決定 15a新ゴR (以下同)

術前診察では、患児は仰臥位で咳嗽を呈し、夜は腹臥位または左側臥位で眠っていることが聴取されたが、階段昇降はしているなど比較的元気に見えたことから、担当医はさほど重症ではないと判断した。生検を担当する小児外科や、体外循環導入の可能性を考慮しての心臓血管外科への事前相談は実施していなかった。

術前検討会では画像提示がなく、症例の詳細が十分に共有されなかった。そのため、リスク評価が不十分なまま、全身麻酔単独による標準的な方法が方針とされた。具体的には、患者が左側臥位で呼吸が楽であったため、この体位で吸入麻酔による緩徐導入を行い静脈ライン確保後に筋弛緩薬を投与して挿管するという、標準的な麻酔が予定された。

麻酔経過 βブタ+スミ20%

左側臥位とし、セボフルランによる緩徐導入を行った。入眠後もマスク換気は可能であったため、静脈ライン確保の後、筋弛緩薬を投与した。筋弛緩薬投与後、自発呼吸が消失すると同時にマスク換気が不能となり、経皮的末梢動脈血酸素飽和度 (SpO<sub>2</sub>) は急速に11%まで低下した。仰臥位とし、直ちに内径6.0 mmの気管チューブを気管挿管し、高い圧(23~25 cmH<sub>2</sub>O)をかけることで換気はなんとか維持可能となり、SpO<sub>2</sub>は100%に回復した。

仰臥位のまま気管支ファイバーで観察すると、右主気管支の完全閉塞と左主気管支の狭窄を認めた(図1)。再度、左側臥位としたところ、換気はわずかに改善した。手術は左側臥位のまま第2肋間の小開胸で施行された。術中は吸入酸素濃度(FiO<sub>2</sub>)0.6で管理し、SpO<sub>2</sub>は100%を維持できた。血圧低下など循環動態の急変はみられなかった。

手術終了後、麻酔薬の投与を終了すると、次第に自発呼吸が再開し、十分な換気量が得られたため抜管した。気道閉塞や呼吸苦、神経学的異常は認めなかった。

その後の経過 βブタ+スミ20%

抜管後はICUで経過観察を行ったが、気道閉塞や換気不良などのトラブルは認めなかった。確定診断前ではあったが、呼吸状態の改善を目的にプレドニゾロン30 mg/日を投与したところ、術前より呼吸器症状は明らかに改善した。病理診断の結果、悪性リンパ腫(non-Hodgkin型リンパ芽球性)と確定され、以降は化学療法が施行された。

本症例の反省点 βブタ+スミ20%

本症例は、各PLANでも指摘されているように、高リスクとして対応すべきであった。しかし術前のリスク評価が不十分であり、その結果、標準的な麻酔方針が選択され換気不全を引き起こしてしまった。高リスク症例であっても、偶然問題なく経過することはあるが、それは結果論に過ぎず、術前評価の不十分さを見直す理由にはならない。

麻酔導入中、マスク換気が可能であることは確認したが、吸気努力が残存している状態での確認であり、呼吸停止後の換気可能性は確認できていなかった。その段階で筋弛緩薬

を投与してしまった結果、自発呼吸が消失すると同時に右主気管支の完全閉塞と左主気管支の狭窄が顕在化し、マスク換気が不能となった。幸いにも左主気管支がわずかに開存しており、気管挿管により高圧をかけられるようになったことで換気がなんとか成立し、酸素化を維持することができた。

## 次回に向けて

術前のリスク評価 βブタ+スミ20%

本症例の反省点は、リスクを過小評価し、不十分な検討のもと麻酔方法を選択した点である。気道狭窄と呼吸器症状を伴う高リスク症例であったにもかかわらず、術前検討会で画像を供覧せず、術前診察も不十分で、リスクを十分に共有できなかった。特に本症例のように腫瘍による気道狭窄が周術期リスクに直結する場合には、画像を供覧し他科・多職種でリスクを議論するプロセスが安全確保に不可欠である。また、画像供覧自体はリスク評価の共有にとどまらず教育的意義もあるため、積極的に行うべきと考える。

術者との術前協議 βブタ+スミ20%

気道狭窄のリスクが高い症例では、自発呼吸を温存することがきわめて重要であり、この点を術者と十分に共有したうえで術式を検討する必要がある。成人症例であれば、可能な限り局所麻酔での対応を第一選択とすべきである。小児例においては一定の鎮静が必要になる可能性はあるが、それでも局所麻酔で遂行可能な術式を選択することで、自発呼吸を温存しやすい。さらに、麻酔方法にかかわらず、手術体位は術前から呼吸が楽であった左側臥位を採用することが望ましい。

予定された胸腔鏡下手術は自発呼吸の温存が難しいため、可能な限り別の術式へ変更してもらう。本症例の腫瘍はCTでみる限り体表面に近く、超音波ガイド下での針生検(PLAN1)は妥当な選択肢の一つと考えられる。病理診断に必要な組織量の観点からは大きな標本を得るべきとの意見もあるが、PLAN1で紹介されている白井らの報告<sup>1)</sup>にあるように、針生検でも診断に支障がなかったとするエビデンスも存在する。術式提案時にはこうした知見もふまえるべきである。

麻酔方法の選択 βブタ+スミ20%

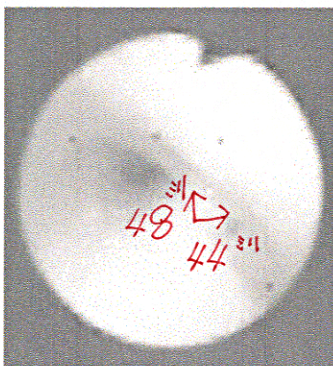
鎮静 13aロダ>B (以下同)

PLAN2にある意識下挿管は、自発呼吸を温存できる点で成人では有効な選択肢となり得る一方、小児では協力が得られない可能性が高く、実際に適応できるかは不確実である。鎮静するとすればPLAN3にあるようにレミマゾラムの選択は理にかなっている。また、PLAN1にあるデクスメトミジンは呼吸抑制が少ない薬物であり、ケタミンを併用すれば鎮静に加え鎮痛効果も期待できる。いずれも自発呼吸温存が重視される症例に適している。

鎮痛

自発呼吸の温存を目的とする際には局所麻酔を用いた鎮痛方法を第一選択とする。術式は針生検に変更可能であれば、鎮痛は局所浸潤麻酔で十分対応可能であろう。小開胸が必要

図1 気管挿管後の気管支鏡所見  
右主気管支の完全閉塞と左気管支の  
狭窄が観察された





な場合には、肋間神経ブロックや硬膜外麻酔などの区域麻酔を積極的に活用するべきである。

オピオイドの使用も候補に挙がるが、呼吸抑制リスクがあるため使用は限定的とすべきである。区域麻酔をベースにしつつ、術中に鎮痛が不十分で体動が出る場合に限り、最小限を補助的に使用するのが望ましい。

胸腔鏡下手術を施行する場合は、自発呼吸を温存することは難しいと考えられるため両者の単独または併用による鎮痛方法を選択する。

## 呼吸管理

本症例の実際でも行っているが、左側臥位で眠っているという経過から、導入も左側臥位で行い、維持も左側臥位で可能となるような術式を検討しておく。

麻酔導入時は自発呼吸を温存することを基本とするが、消失した場合にはまずマスク換気を試みる。マスク換気が困難または不能であっても、本症例のように高い圧をかければ換気可能となる場合があるため、挿管を試みる。

気管挿管時にはチューブ先端の位置決定が重要であるが、気管分岐部より末梢での閉塞が予想されるため、その留置位置の決定はなかなか難しい。挿管後、チューブの先端が気管内にあるうちに換気が可能であれば、気管支ファイバーを用いて気道内を観察する。両側気管支が狭窄しつつも開通していれば通常の位置で問題ないだろう。一方、片側の閉塞が確認されれば、狭窄の進行を防ぐ目的で片肺挿管も選択肢に含める。そのような事態に備え、PLAN3にあるように細径チューブ（例：MLT 気管内チューブ（内径 4.0mm）など）を準備しておくことが望ましい。

気管挿管しても換気不能であれば、チューブ以遠の気管または両側の気管支で閉塞が生じたことを意味する。この際はおそらく気管チューブを進めることは困難と考えられ、迅速な体外式膜型人工肺（ECMO）導入を想定しておく必要がある。

## 循環管理

大血管圧迫による循環不全のリスクも考慮すべきである。本症例では上大静脈（SVC）の圧迫が認められ、循環虚脱の潜在的リスクを有していた。ただし SVC 症候群を発症していなかったことから、一定の代償が働いていたと推察される。後から振り返れば、気管狭窄と異なり臨床症状を欠いていた点が、循環虚脱リスクを相対的に低下させていた要因と考えられる。しかし画像所見上、循環虚脱の可能性は否定できず、その発生を想定した対応が求められた。発症時には迅速な ECMO 導入が必要である。

ECMO 導入について  $\alpha$  色ベタ + スミ 20%

高リスクの前縦隔腫瘍症例においては、ECMO の準備をどこまで行うかが常に問題となる。実際、PLAN2 では ECMO 導入の準備を行う選択をしているが、PLAN1、3 では準備を行わない選択をしており、意見が分かれている。準備の程度は、術式、チームの経験や施設の方針、過去症例に依存すると考えられる。

ECMOを迅速に導入するためには、少なくとも事前の血管確保が必要であるが、ECMO導入を前提とした過剰な準備は不要な侵襲をまねく可能性もある。本症例におい

ては、術前評価の観点から血管確保を行うことは妥当であったと考えられるが、結果的に不要であった。最悪の事態を想定すれば血管確保を行うことは合理的であり正しい選択と考えられる。しかし、行わなかった判断を直ちに誤りとする 것도できないだろう。一方で、患者に侵襲が及ばない範囲では過剰に準備をしておくことには異論の余地はなく、血管外科や臨床工学技士への連絡は必須である。

文献 13a 見出 MB 31

1. 白井秀仁, 北河徳彦, 中村信人ほか. 縦隔腫瘍組織採取時の全身麻酔・鎮静のリスクの検討と局所麻酔下腫瘍針生検の試み. 日小児血がん会誌 2023 ; 60 : 7-14.

531

アキ

流甲

## key messages

- ② 前縦隔腫瘍ではリスク評価を正しく行う。特に症状がある場合はリスクが高い。
- ③ 自発呼吸を温存した麻酔方法を選択する。
- 自発呼吸で遂行可能な手術方法にするため、術者と十分に共有する。
  - ECMO 導入の可能性（血管確保がの有無）をチームで共有し、事前に議論しておく。

11  $\frac{1}{2}$  A.D.