

2025のシェヘラザードたち

第11夜

体位変換に潜む危険

木内 恵子

13a
ロダ>B
→ベタ
(22)H
2/w 話

↓ 麻酔科医にとって、麻酔導入時の気道確保や気管挿管時の頭部・頸部のポジショニング、脊髄くも膜下腔穿刺や硬膜外腔チュービングなどの際の体位が重要なことは、いうまでもありません。同様に手術のための体位の設定や体位変換は必要不可欠ですが、その体位や体位変換に関連して呼吸や循環動態などに大きな変化がみられることがあります。私がかかわったこのような症例を二つご紹介します。

症例 1:
30代の女性

子宮粘膜下筋腫に対し、全身麻酔下での子宮鏡下子宮筋腫摘出術が予定されました。予定手術時間1時間、予測出血量少量。

麻酔経過 → 14a ロダ>B (以下同)

末梢静脈確保の後、麻酔導入にプロポフォールとロクロニウムを使用し、セボフルランとレミフェンタニルで麻酔を維持しました。碎石位にて手術開始。手術開始25分後、手術器具破損のため手術が中断されました。手術中断35分後に手術を再開しましたが、手術再開22分後に再び手術中断。9分後に手術再開、手術再開56分後に手術を終了しました。最初の手術開始から手術終了まで2時間28分。

予定時間より長くなり、出血量も多かったのですが、術中は呼吸・循環動態は落ち着いていました。ところが手術終了後、碎石位から仰

50a 新ゴB・色90% (x28 y42) 15a 新ゴM (x123 y77) 30

臥位に戻した直後、経皮的末梢動脈血酸素飽和度 (SpO₂) が92%に低下しました。100%酸素投与を行い、SpO₂は100%に改善しました。動脈血検査を行ったところ、ヘモグロビン8.6 g/dL、血清Na 120 mEq/L、血清K 4.4 mEq/L、動脈血液ガス pH 7.159、PaCO₂ 54 mmHg、PaO₂ 44 mmHg、BE mmol/Lでした。このときの呼吸終末二酸化炭素分圧 (P_{ET}-CO₂) は30 mmHg前後で、PaCO₂との乖離が認められました。大量に灌流液を使用したことによる水中毒および肺塞栓と判断し、経過観察のため動脈ラインを確保して、鎮静下に気管挿管のままICU入室としました。

術中の水分バランスは、輸液1900 mL、尿量520 mL、灌流液注入力16000 mL (生理食塩液10000 mL、ウロマチック6000 mL)、灌流液排出量6700 mLで、計10680 mLのプラスでした。

症例1のバイタルサインの経過を図1に示します。

術後経過 → 色80%+スミ90%

体重は術前よりも8 kg増加。利尿薬を用いて積極的な利尿を図りました。ICU入室後の経胸壁心エコーでは右心負荷は認められず、その後、造影CTを撮影しましたが、明らかな血栓は認められませんでした。また動脈血液ガスが短期間で正常化したことから、肺塞栓は空気塞栓によるものと診断しました。意思の疎通も認められ、除水後、抜管の予定としました。翌朝

前号・活用
(以下同)

抜管し、全身状態は安定していて、ICU退室となりました。

症例2: 就学前の男児

体重20 kg。ある日、咳嗽がはじまり、1か月後には、呼吸困難、喘鳴、軽度の顔面浮腫を認めました。呼吸困難は仰臥位で増悪し、座位または右側臥位で軽減しました。CT検査では前縦隔を占拠する巨大腫瘍が気管下部から左右の主気管支を前後に圧排し、また上大静脈は完全に閉塞していました。治療方針決定のため全身麻酔下の腫瘍生検が予定されました。しかし、気道狭窄症状が強いこの時点での全身麻酔施行は危険と判断し、腫瘍生検の前に化学療法による腫瘍縮小を主治医にお願いしました。プレドニゾロン投与により症状の改善をみた2日後、腫瘍生検が行われました。

麻酔経過

100%酸素吸入下にケタミン20 mgを2回に分けて静注しました。傾眠状態でセボフルラン吸入を開始し、マスクによる補助呼吸が可能であることを確認してから吸入濃度を徐々に増加しました。口腔内分泌物を吸引したところ、突然、自発呼吸が停止し、マスク換気が困難となったため、内径5.5 mmのチューブを気管挿管し、ベクロニウム2 mgを静注しました。それでも換気はまったく不可能で、SpO₂は低下しました。ただし徐脈には至らず、数分後用手換気がなんとか可能になりました。手術(腫瘍生検)を断念してセボフルランを中止し、筋弛緩を拮抗して麻酔から覚醒するのを待ちましたが、その間にも二度、数分間の換気不全に陥りました。およそ100分後に自発呼吸が確立し、抜管後ICUに入室しました。なお、手術室での体位は終始右側臥位でした。

術後経過

術後よりピンクリスチン投与による強力な化学療法を開始し、症状が軽減し体位変化による増悪が消失した3日後、腫瘍生検を全身麻酔で安全に行うことができました。

考察

症例1

手術終了時に低ナトリウム血症と碎石位から仰臥位への体位変換時に、SpO₂の低下、PET-CO₂とPaCO₂との乖離がみられた症例で、術中の大量の灌流液使用による水中毒と肺空気塞栓が原因であることが強く疑われました。

子宮鏡による診断と治療時の合併症発生率は1.65%で、false passage(子宮鏡が本来の頸管からではなく子宮壁の筋層内に侵入する)と子宮穿孔が最も高かったという報告があります¹⁾。子宮鏡下子宮筋腫摘出術の術中に心停止に至った症例も報告されています²⁾。

急性水中毒は、経尿道的前立腺切除術(TUR-P)、経頸管子宮内膜除去術、経頸管子宮筋腫切除術、子宮鏡下子宮筋腫摘出術など、閉鎖された体腔内での低浸透圧灌流液の使用により発生します^{2,3)}。よくみられる初期症状には、酸素飽和度の低下や心電図変化などがあります³⁾。急性水中毒は無症候性の低ナトリウム血症から、重症のものでは痙攣、昏睡、死に至ることもあります^{2,3)}。

American Association of Gynecologic Laparoscopists (AAGL)が会員に対して行ったアンケート調査によると、子宮鏡下手術における水中毒または肺水腫の発生頻度は、1991年が1.4/1000、1993年が2/1000、でした^{4,5)}。

水中毒の予防方法として、バイタルサイン(SpO₂、PetCO₂、心電図)の変化、血清Na値の変化に注意すること、灌流液使用量と回収量のこまめなチェック、灌流圧を高くしないこと、手術時間の短縮などが挙げられます²⁾。

治療方法は、異常に気づいた時点で手術を中止すること、利尿薬、マニトール、高張食塩水の投与などがあります。

本症例の水中毒については灌流液注入量16000 mL(生理食塩液10000 mL、ウロマチック6000 mL)が使用されましたが、灌流液排出量6700 mLで、灌流液のうち9300 mLが回収されておらず、これが体内に吸収されたため、低ナトリウム血症と体重増加を引き起こ

43
8

国中ネーム
・基本 1/a M中G BBB
(10a以下はロダンM)
・太付ネーム
1/a 太付G10
(10a以下はロダンDB)

図版は、0.12ミリ
色パターンの

(以内)
95%
144%

図1
症例1の麻酔中の
バイタルサインの経過
上から順に
時刻
投与した麻酔薬
バイタルサイン: SpO₂ 体
温(Temp), PetCO₂, 収縮
期血圧(SBP), 拡張期
血圧(DBP), 心拍数(HR)
の経過を示した。
図中の縦線の間隔は30分。
最下段のリマークス:
(左から順に)
麻酔開始
#気管挿管
①仰臥位から碎石位に体位
変換
②頭低位7度、○手術開始、
③—手術中断(一度目)
④—手術中断(二度目)
●手術終了
⑤碎石位から仰臥位に体位
変換、
×麻酔終了

したと考えられます。

一方、医源性空気塞栓は、損傷した静脈に空気(ガス)が混入し、右心や肺動脈に空気塞栓を起こすものです。発生頻度は手術の種類や体位によってさまざまです。頭蓋縫合早期癒合症cranosynostosisの修復術中では80%を超える静脈空気塞栓の発生率が報告⁶⁾され、股関節置換術を受けた70人中40人(57%)に静脈空気塞栓とみられるドプラー超音波の所見がみられたとの報告⁷⁾など高い発生率が報告されています。

しかし、子宮鏡下手術での空気塞栓発生率は1000例中2例(0.2%)程度で極めて低いとされています⁵⁾。

空気塞栓の症状としては、全身麻酔下患者では、PetCO₂の急速低下、呼吸終末窒素分圧の上昇、低血圧、低酸素血症などが挙げられます⁸⁾。

この症例では手術部位の損傷した血管から静脈内に混入した空気が、体位変換時に血流によって肺動脈、肺毛細血管に到達しガス交換を障害した結果、PetCO₂とPaCO₂との乖離がみられたと推測されます。その空気が肺毛細血管から呼吸に排出されたことで、短時間で正常化したものと考えます。

症候性的水中毒と空気塞栓はどちらも発生頻度の低い合併症ですが、その二つが同時に発生

した症例でした。低ナトリウム血症は水中毒が原因であり、PetCO₂とPaCO₂との乖離は空気塞栓が原因であり、SpO₂、PaO₂の低下は水中毒、空気塞栓の両方が原因であると考えられます。

症例2

前縦隔を占拠する巨大腫瘍により気管下部から左右の主気管支が圧排され、仰臥位で増悪し側臥位、座位、または腹臥位で改善する呼吸不全があり、ピンクリスチンによる腫瘍の縮小を図った後に、手術に臨みました。全身麻酔導入後に口腔内吸引を契機に自発呼吸が停止し、マスク換気が困難となり、気管挿管後も筋弛緩薬を投与しても換気できない呼吸不全に陥った症例です。

小児で最も多い前縦隔腫瘍にはリンパ腫、リンパ芽球性白血病、胚細胞腫瘍があり、腫瘍以外では、気管支嚢胞、奇形腫、血管奇形などがあります⁹⁾。

前縦隔腫瘍の症状・徴候には、咳嗽、息切れ、喘鳴、起坐呼吸、呼吸補助筋の使用、胸水、呼吸停止のエピソードなどがあります^{10~12)}。

呼吸器症状を伴う巨大縦隔腫瘍患者では、麻酔薬や筋弛緩薬の投与により狭窄症状の増悪や気道の完全閉塞を惹起することが報告されてい

ます¹³⁾。

その機序として、従来、仰臥位、麻酔深度の上昇、間欠的陽圧換気が狭窄した気道に悪影響を及ぼすといわれてきました。胸壁と前縦隔腫瘍の重量が肺のコンプライアンスを減少させる。自発呼吸では「吸気中の胸腔内陰圧が前縦隔腫瘍の圧効果を減少させるが、陽圧換気は吸気時の胸郭内圧を上昇させ、気管気管支を圧迫し狭窄を悪化させる。筋弛緩薬の使用は平滑筋を弛緩させ気道の筋緊張を失わせて気道圧迫を悪化させる」などと説明されてきました。そのため、可能であれば全身麻酔を避けるのが望ましいが、全身麻酔が必要であれば自発呼吸を温存することが推奨されてきました^{13, 14)}。

しかし、その後、自発呼吸下では、胸郭外気管内の陰圧は気管壁を内側に引き込み、内腔をさらに狭小化し吸気の流れを制限する。反対に、呼気時には気管内は陽圧になり気道面積を増大し、呼気の流れを増加させる。陽圧換気では気管内は吸気時も呼気時も陽圧となり気道狭窄に対して有利に働くといわれるようになりました¹⁵⁾。

大きな前縦隔腫瘍の全身麻酔にはリスクが伴うので、それを軽減する方法として、①可能であれば、局所麻酔を選択する、②胸部放射線照射または副腎皮質ステロイドにより腫瘍の縮小化を図る、③仰臥位ではなく、側臥位にて手術を行う、などが考えられます。

症例2でも最初の全身麻酔導入により重篤な換気不全に陥りましたが、いったん手術を延期して化学療法を行い、腫瘍縮小後には安全に麻酔管理を行うことができました。

以上、子宮鏡下手術中に水中毒と空気塞栓を同時に併発した成人症例と、前縦隔腫瘍で麻酔導入中に換気不全に陥り、ステロイド療法による腫瘍縮小後に全身麻酔管理が可能となった小児症例を紹介しました。どちらも、呼吸、循環に体位変換が大きな影響を与えた症例でした。

文献 13a 見出し MB 31
色ハダ

1. Mettler L, Wendland EM, Patel P, et al. Hysteroscopy : an analysis of 2-years' experience. *JSL S* 2002 ; 6 : 195-7.
2. Liao CY, Lo CH, Yu MX, et al. Life-threatening acute water intoxication in a woman undergoing hysteroscopic myomectomy : a case report and review of the literature. *BMC Womens Health* 2020 ; 20 : 52.
3. Kluger MT, Szekely SM, Singleton RJ, et al. Crisis management during anaesthesia : water intoxication. *Qual Saf Health Care* 2005 ; 14 : e23.
4. Hulka JF, Peterson HB, Phillips JM, et al. Operative hysteroscopy. American Association of Gynecologic Laparoscopists 1991 membership survey. *J Reprod Med* 1993 ; 38 : 572-3.
5. Hulka JF, Peterson HA, Phillips JM, et al. Operative hysteroscopy : American Association of Gynecologic Laparoscopists' 1993 membership survey. *J Am Assoc Gynecol Laparosc* 1995 ; 2 : 131-2.
6. Faberowski LW, Black S, Mickle JP. Incidence of venous air embolism during craniectomy for craniostoma repair. *Anesthesiology* 2000 ; 92 : 20-3.
7. Spiess BD, Sloan MS, McCarthy RJ, et al. The incidence of venous air embolism during total hip arthroplasty. *J Clin Anesth* 1988 ; 1 : 25-30.
8. Kim CS, Liu J, Kwon JY, et al. Venous air embolism during surgery, especially cesarean delivery. *J Korean Med Sci* 2008 ; 23 : 753-61.
9. Tan A, Nolan JA. Anesthesia for children with anterior mediastinal masses. *Paediatr Anaesth* 2022 ; 32 : 4-9.
10. Hack HA, Wright NB, Wynn RF. The anaesthetic management of children with anterior mediastinal masses. *Anaesthesia* 2008 ; 63 : 837-46.
11. Latham GJ, Greenberg RS. Anesthetic considerations for the pediatric oncology patient-part 2 : systems-based approach to anesthesia. *Paediatr Anaesth* 2010 ; 20 : 396-420.
12. 馬 敏幸, 北澤克彦, 小林宏伸ほか. 気道閉塞で急変した前縦隔腫瘍の3幼児例. *小児臨* 2022 ; 75 : 439-44.
13. Bittar D. Respiratory obstruction associated with induction of general anaesthesia in a patient with mediastinal Hodgkin's disease. *Anesth Analg* 1975 ; 54 : 399-403.
14. Reddy CSK, Phang DLK, Ng ASB, et al. A simplified approach for anaesthetic management of diagnostic procedures in children with anterior mediastinal mass. *Singapore Med J* 2020 ; 61 : 308-11.
15. Nouraei SA, Giussani DA, Howard DJ, et al. Physiological comparison of spontaneous and positive-pressure ventilation in laryngotracheal stenosis. *Br J Anaesth* 2008 ; 101 : 419-23.

↓
 //a
 くらギ明朝
 (w2)
 ↓
 (15)_H
 ()
 (13)_H
 ま
 ん
 可
 !!
 ()