症 例

完全胸腔鏡下での左肺癌手術中に徐脈，心静止を来した1例

川名 伸一^{*1}，三竿 貴彦^{*1}，松原 慧^{*2}
吉川 武志^{*1}，青江 基^{*1}

要 旨

肺切除術中の偶発症の一つとして，稀ではあるが迷走神経刺激による心停止が起こることがある．症例は69歳，女性．左上葉肺腺癌に対して完全胸腔鏡下にて左肺上葉切除および縦隔リンパ節郭清術を予定して手術を開始した．肺門前方での左主肺動脈の剥離操作中に突然高度の徐脈から心静止となった．直ちにツッパルと示指を用いて心臓を叩打したところ，心静止後約1分で自己心拍は再開した．迷走神経刺激が原因と考えアトロピンを投与して手術を続行した．大動脈弓下リンパ節郭清の際に再び高度徐脈となったが，操作の中断により徐脈は改善した．その後，徐脈誘発に注意しつつ郭清を完遂し手術を終了した．肺切除術中の迷走神経刺激による心停止例の誌上報告は，本症例を含めていずれも左側手術であった．肺切除術，特に左側手術においては徐脈の出現に注意を払い，心停止の前兆として捉えて機敏に対応することが，心停止への移行を回避するために重要である．

索引用語：肺癌，胸腔鏡手術，徐脈，心静止，迷走神経反射

lung cancer, thoracoscopic surgery, bradycardia, asystole, vagal reflex

緒 言

肺切除術において迷走神経刺激を誘因とした徐脈発作はしばしば経験されるが，きわめて稀に心停止へ移行することがある．今回我々は，完全胸腔鏡下での左肺癌手術中に高度徐脈に続いて心静止をきたした症例を経験したので，文献的考察を加えて報告する．

症 例

症 例：69歳，女性．

主 訴：なし．

既往歴：高血圧症，高脂血症，62歳で直腸癌の手術．

内服薬：benidipine, pitavastatin, magnesium oxide．

現病歴：2016年11月，検診にて胸部異常陰影を指摘

され当院呼吸器内科を受診した．胸部CTでは左舌区に3 cm大の悪性を疑う結節影を認めた．気管支鏡下生検にて腺癌と診断され，手術目的に当科紹介となった．

血液生化学検査：特記すべき異常所見なし．CEAは正常範囲内．

呼吸機能検査：FVC：2.57 L，%FVC：110.3%，FEV1：1.89 L，FEV1%：73.5%．

安静時心電図検査：心拍数74回/分，洞調律．散発性の心室性期外収縮を認めた．

運動負荷心電図検査：胸部CTにて冠動脈の著明な石灰化が見られたため負荷心電図検査を行ったところ，負荷後3分の時点で，V5-6誘導におけるupslope型のST segment低下を認めた（Fig. 1）．

心臓超音波検査：左室駆出率は62%で，壁運動異常や弁膜症を認めなかった．

冠動脈造影検査：負荷心電図検査にて心筋虚血が疑われるため冠動脈造影を行ったが，有意な狭窄病変は認められなかった．

2017年5月，左上葉肺癌（c-T2aN0M0，stage IB）に対して，完全胸腔鏡下左肺上葉切除および縦隔リンパ節

^{*1}香川県立中央病院呼吸器外科

^{*2}岩国医療センター胸部外科

原稿受付 2018年9月6日

原稿採択 2018年12月3日

本論文の要旨は第35回日本呼吸器外科学会総会・学術集会で発表した．

Fig. 1 Stress electrocardiogram showing upsloping ST-segment depression during exercise on V5-6 induction

Fig. 2 **a** Thoracoscopic view immediately before the asystole, demonstrating dissection of the left main pulmonary artery; **b** thoracoscopic view immediately before the bradycardia demonstrating subaortic nodal dissection. PA: pulmonary artery, SPV: superior pulmonary vein.

郭清を予定し手術を開始した。

術中経過：全身麻酔は目標制御注入により，propofol（血中濃度設定4.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ），remifentanyl（0.3 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ），rocuronium（40 mg/body）で導入し，propofol（血中濃度設定2.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ），remifentanyl（0.1-0.3 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ）で維持した。術中に硬膜外麻酔は併用されなかった。右下側臥位とし，ダブルルーメンチューブを用いた一側肺換気の下に手術を開始した。第6肋間中腋窩線上のポートより胸腔鏡を挿入し，第4，6肋間の前腋窩線上

と第7肋間聴診三角にそれぞれ2 cm長のポートを作成した。麻酔導入後から，心電図モニターで50-60回/分の洞徐脈で術中は推移していた。左上肺静脈を自動縫合器で切離した後，左主肺動脈前方の結合組織を剥離していたところ，突然高度の徐脈に続いて心拍が停止した（Fig. 2a）。剥離には極力電気メスは用いず把持鉗子およびシーリングデバイス・吸引嘴管を用いていた。心停止時の心電図モニターは心静止を示していた。直ちに，ポートから挿入したツッペル，示指で心臓を叩打しながら第4肋

間で開胸している最中に、心停止後約 1 分で自己心拍は自然に再開し、血圧も正常に回復した。結果的には、用手的心マッサージは必要としなかったが、いつでも拳が挿入できるように第 4 肋間前腋窩線のポート創を約 6 cm に延長し小開胸とした。高度徐脈が心静止に先行し回復可能であったことから、手術操作による迷走神経刺激が原因として疑われた。その後も洞徐脈が続いていたため、硫酸アトロピン 0.5 mg を静脈内投与し手術を再開した。以後、心拍数は 70-80 回/分に保たれながら、左上葉を切除することができた。続いて、大動脈弓下リンパ節を郭清するために反回神経周囲の結合組織を牽引した際に、再び心拍数が 30 回/分程度の徐脈となった (Fig. 2 b)。即座に操作を止めたところ、速やかに徐脈は改善した。その後はエネルギーデバイスの使用を極力控え、また組織を過度に牽引しないように配慮しつつ同部の郭清を完遂した。手術時間 3 時間 45 分、出血量 50 ml であった。

術後経過：術中映像を検証したところ、2 回目の高度徐脈発作は迷走神経近傍の操作中であり、肺枝を牽引するような力が加わっていたことが確認された。術後はモニター管理を続け、手術翌日までは心拍数約 50 回/分の洞徐脈で推移していたが、術後 2 日目には心拍数は増加し正常洞調律となった。12 誘導心電図検査も再検したが、術前と比べて有意な変化は見られなかった。術後経過は良好で、患者は術後 6 日目に退院した。

考 察

近年、周術期管理の進歩等により手術はきわめて安全に行われているが、術中の心停止は今なお最も重篤な偶発症の一つである。その発生頻度は 1.05-34.6 /10,000 例と幅広く報告されており、年代、地域、対象などの違いによるばらつきが大きい¹⁾。本邦における術中の危機的偶発症に関する大規模疫学調査として日本麻酔科学会による集計 (2004-2008 年) が挙げられるが、その中で術中心停止の発生率は 4.37 /10,000 例と示されている²⁾。そして、その原因は「術前の出血性ショック」が最も多く、続いて「術前の循環器疾患」、「術中大量出血」、「麻酔管理」、「手術手技」、「術前の多臓器不全・敗血症」、「術中急性冠症候群」、「術中重症不整脈」の順であった。上記の中で迷走神経刺激による心停止は「術中重症不整脈」に該当すると推察されるが、その発生頻度は 0.15 /10,000 例であった。橋本らの呼吸器外科手術を対象とした検討で

は、全手術 2,640 例のうち術中に危機的状況に陥った症例は 11 例 (0.42%) で、その中には迷走神経刺激を原因とする心停止が 1 例含まれていた³⁾。その他にも、迷走神経刺激により肺切除術中に心停止をきたした症例の報告が、主に本邦の誌上で散見される^{4,6)}。したがって、呼吸器外科医は肺切除術中に迷走神経刺激によって、稀であるが心停止が発生する事例があることを憶えておくべきである。

本症例では、手術中に徐脈発作が二度出現していた。初回は左主肺動脈周囲の剥離をしている時で、高度の徐脈に続いて心静止が起こったが、開胸に移行している間に自己心拍が戻った。2 回目の徐脈は大動脈弓下の郭清中に起こり、一旦操作を中止するとすぐに回復した。いずれも主肺動脈周囲の手術操作中に発生したが、術中映像を検証したところ 2 回目の徐脈はまさに迷走神経肺枝を牽引するような力が加わった場面で起こっていた。したがって、心停止の発生機序に関しては、術中操作による迷走神経刺激に対して過大な反射が誘発された結果、高度の徐脈を経て心停止に至ったと推測される。

本症例においては、手術開始時には既に心拍数 50-60 回/分程度の徐脈傾向であったことから、手術操作による直接的な迷走神経刺激の他に何らかの要因が作用した可能性がある。一般には、全身麻酔、脊椎麻酔、硬膜外麻酔、洞結節への血流遮断、低酸素血症、高炭酸ガス血症、アシドーシス、循環器疾患、 β 遮断薬の常用などが徐脈を誘発するとされる^{4,6,7)}。本症例では使用されなかったが、硬膜外麻酔は胸部交感神経を遮断することによって副交感神経優位とし、徐脈をきたすことが知られている。また、櫻庭らは冠攣縮性狭心症を合併した肺癌手術中に心停止を来した症例を報告し、その原因を迷走神経刺激により誘発された冠動脈攣縮と特定した⁸⁾。しかし、本症例の場合、心停止前後の心電図で心筋虚血を示唆する ST-T 変化を認めなかったことから、術中に冠動脈攣縮が起こったとは考えにくい。

解剖学的に左肺門部には心臓神経叢が発達しており、同部位の操作時には不整脈の出現に注意すべきとの指摘がある⁵⁾。心臓神経叢は交感神経性の心臓神経と副交感神経性の迷走神経心臓枝が合流して形成される。そして、心臓神経叢は浅層と深層の二つの部分から成り、腹側にある浅心臓神経叢は肺動脈の前面、大動脈弓の尾側に分布し、主に左側からの神経線維から構成される⁹⁾ (Fig. 3)。肺切除術中の迷走神経刺激による心停止は、文献的に検

Fig. 3 Anatomy of the cardiac plexus

索し得た限りでは、いずれの報告例も左側手術で発生していた。心静止報告例の中に、左肺門部では通電による迷走神経刺激を避けるために電気メスの使用を控えるべきとの意見がある。一方、肺門部の結合組織を直接牽引しただけでも徐脈が生じたという報告もあり^{4,5)}、本症例でも実際に鉗子による組織の把持または牽引操作のみで徐脈が誘発された。したがって、予防手段として確実なものはないものの、左肺門部の神経学的特性を理解し、迷走神経を極力刺激しないように愛護的な操作に努めることが大切である。

他領域においても迷走神経刺激により術中の心静止が起り得ることが知られている。Yong らは腹腔鏡手術時に心静止が発生した14症例について検討し、直前に徐脈が先行していた9例は腹膜伸展による迷走神経刺激が心静止の誘因であったと結論している¹⁰⁾。そして、徐脈出現を心静止の前兆と捉えてすみやかに気腹を解除し薬物投与を行うことの重要性を主張した。肺切除術中に起こった徐脈に対しても、それが迷走神経刺激によるものであれば上記と同様の対応が求められる。すなわち、術中に徐脈が出現した場合、直ちに手術操作を中断するとともに、硫酸アトロピンの投与を考慮すべきである。本症例において高度徐脈が現れてから心静止に移行するまではごくわずかな時間であったが、より機敏な対応がな

されていれば心静止にまで至るという事態は回避された可能性がある。

肺切除中の迷走神経刺激による心静止に関する過去の報告では、心静止時の対応として用手的心マッサージおよび循環作動薬 (epinephrine, dopamine, ephedrine, atropine, lidocaine) の投与がなされていた。そして、例外なく5分以内に自己心拍が再開するとともに、特に問題を残さず回復していた^{4,6,8)}。したがって、心静止が純粹に迷走神経刺激に起因したものであれば、それは回復可能であり、かつその予後は良好と言える。しかし、術中の迷走神経反射ではないものの、迷走神経反射が心機能の低下した患者に生じた場合、死亡に至ったという報告もある^{11,12)}。本症例では、開胸へ移行している途中で心拍が自然に戻り、硫酸アトロピンを投与して循環動態が安定した後に手術を再開することができた。先に述べたように、術中の徐脈は心静止の前兆である可能性があり、その段階での対応が予防のためには重要である。しかしながら、一旦心静止が発生した場合には、たとえ迷走神経刺激の関与が疑われたとしても、心マッサージのために開胸を行うことをためらってはならない。術中に心静止の原因を純粹な迷走神経反射であると断定することは難しく、また、心機能低下例などの特定の状況下では、たとえ迷走神経反射であったとしても予後不良な転帰を

辿りうることを考慮するべきである。

結 語

完全胸腔鏡下での左肺癌手術中に迷走神経刺激によると考えられる一過性の徐脈、心静止を来した 1 例を経験した。肺切除術中、特に、左肺門部、大動脈弓下での操作時に、稀ではあるが迷走神経刺激に起因する心停止が起きることがある。徐脈は心停止の前兆として現れることが多く、その段階での対応が心停止の予防のために重要である。

利 益 相 反

本論文について申告する利益相反はない。

文 献

1. Han F, Wang Y, Wang Y, Dong J, Nie C, Chen M, et al. Intraoperative cardiac arrest: A 10-year study of patients undergoing tumorous surgery in a tertiary referral cancer center in China. *Medicine* 2017; **96**: e6794.
2. 偶発症例調査 2004～2008：危機的偶発症に関する粗集計結果の公表について [internet・会員専用]. 兵庫. 日本麻酔科学会；2010 [updated 2016 Sep. 14, cited 2018 Jan. 10]. Available from : <https://member.anesth.or.jp/App/datura/news2010/r20100301.html>.
3. 橋本昌樹, 近藤展行, 中道 徹, 門司祥子, 黒田鮎美, 多久和輝尚, 他. 呼吸器外科手術における術中 Emergency 症例の検討. *日呼外会誌* 2016; **30**: 794-9.
4. 渡 正伸, 松浦陽介. 肺癌手術時に徐脈, 心停止を来した 3 例. *日呼外会誌* 2012; **26**: 94-8.
5. 山本知裕, 本間隆幸, 生駒美穂, 馬場 洋, 河野達郎. 左肺癌手術中に迷走神経刺激による高度徐脈, 心停止を来した 1 症例. *麻酔* 2010; **59**: 1483-6.
6. 境 雄大, 小倉雄太, 木村大輔, 對馬敬夫, 福田幾夫. 術中心停止をきたした肥大型心筋症を合併した肺癌の 1 例. *日呼外会誌* 2008; **22**: 1027-32.
7. Doyle DJ, Mark PWS. Reflex bradycardia during surgery. *Can J Anaesth* 1990; **37**: 219-22.
8. 櫻庭 幹, 宮元秀昭, 浜田哲郎, 坂口浩三, 二川俊郎, 羽田圓城. 術中心停止をきたした Spastic angina 合併肺癌の 1 手術例. *日呼外会誌* 1998; **12**: 48-53.
9. Netter FH. Atlas of human anatomy. 6th ed. Philadelphia: Saunders, an imprint of Elsevier Inc.; 2014.
10. Yong J, Hibbert P, Runciman WB, Coventry BJ. Bradycardia as an early warning sign for cardiac arrest during routine laparoscopic surgery. *Int J Qual Health Care* 2015; **27**: 473-8.
11. 山口由明, 水牧功一, 西田邦洋, 坂本 有, 片岡直也, 井上 博. 心機能低下例に合併する神経調節性失神. *心電図* 2013; **33**: 4-10.
12. 守矢英和, 土井研人, 星佐弥子, 麻生邦子, 小林修三. 透析液注入後に迷走神経反射によると思われる突然死をきたした拡張型心筋症合併 CAPD 患者の 1 例. *腎と透析* 2001; **51**: 227-9.

A case of bradycardia and asystole during thoracoscopic surgery for left lung cancer

Shinichi Kawana^{*1}, *Takahiko Misao*^{*1}, *Kei Matsubara*^{*2}

Takeshi Yoshikawa^{*1}, *Motoi Aoe*^{*1}

^{*1}Department of Thoracic Surgery, Kagawa Prefectural Central Hospital, Takamatsu, Japan

^{*2}Department of Thoracic Surgery, National Hospital Organization Iwakuni Clinical Center, Iwakuni, Japan

A 69-year-old woman underwent thoracoscopic left upper lobectomy with nodal dissection for lung adenocarcinoma. When we were dissecting the left main pulmonary artery at the hilum, severe bradycardia suddenly developed, leading asystole. We immediately tapped the heart with a small gauze ball and an index finger through the ports. A spontaneous heart beat resumed one minute after the onset of asystole. We considered the cause of this cardiac event as a vagal reflex and resumed the operation after administering intravenous atropine. A second severe bradycardia emerged on subaortic nodal dissection. The heart rate recovered soon after suspending the nodal dissection. Subsequently, we completed the planned procedure while being cautious about bradycardia. Intraoperative cardiac arrest induced by a vagal reflex during lung surgery has been rarely reported, and all reported cases including the present case were limited to left-side operations. The cardiac plexus is more developed in the left pulmonary hilum, and manipulation around this area involves the potential risk of a serious vagal reflex, which can result in cardiac arrest. Therefore, we should consider intraoperative bradycardia as an adverse sign, and prompt response to bradycardia is required to prevent the occurrence of cardiac arrest.