

〈脳神経外科速報 vol.34 no.5 e20243405b, 2024〉

# 未破裂脳動脈瘤頸部クリッピング時に生じた左島皮質の損傷が術後房室ブロックと心停止の発生に関与した可能性のある1例

木村和人<sup>1)</sup>, 久保慶高<sup>1)</sup>, 村上寿孝<sup>1)</sup>, 幸治孝裕<sup>1)</sup>, 野村順一<sup>1)</sup>, 千田光平<sup>1)</sup>, 赤松洋祐<sup>1)</sup>, 藤原俊朗<sup>1)</sup>, 櫻村博史<sup>1)</sup>, 小笠原邦昭<sup>1)</sup>

1) 岩手医科大学脳神経外科 〒028-3695 岩手県紫波郡矢巾町医大通 2-1-1

## Key Slide

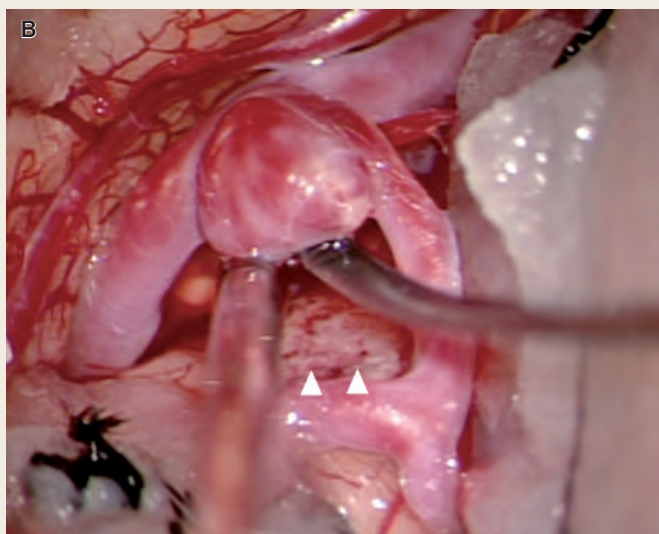


Fig. 2

(B) Bleeding from the pial arteries located in the left insular cortex after aneurysm detachment (arrow heads)

# Left insular cortex contusion during unruptured cerebral aneurysm neck clipping associated with postoperative atrioventricular block and cardiac arrest: a case report

Kazuto KIMURA <sup>1)</sup>, Yoshitaka KUBO <sup>1)</sup>, Toshiyuki MURAKAMI <sup>1)</sup>, Takahiro KOJI <sup>1)</sup>, Junichi NOMURA <sup>1)</sup>, Kohei CHIDA <sup>1)</sup>, Yosuke AKAMATSU <sup>1)</sup>, Shunrou FUJIWARA <sup>1)</sup>, Hiroshi KASHIMURA <sup>1)</sup>, Kuniaki OGASAWARA <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Department of Neurosurgery, Iwate Medical University

We describe a case of left insular cortex contusion during neck clipping of an unruptured cerebral aneurysm suspected to have caused postoperative atrioventricular block and cardiac arrest. A 61-year-old woman with no history of cardiac disease underwent left middle cerebral artery aneurysm neck clipping under general anesthesia. Intraoperatively, electrocoagulation for hemostasis was performed at the superficial anterior part of the left insular cortex. At 21 h postoperatively, the patient suddenly developed complete atrioventricular block and cardiac arrest followed by rapid restoration to sinus rhythm. Transvenous temporary pacemaker was placed for three days and the subsequent

postoperative course was uneventful. Careful cardiac examinations performed postoperatively detected no abnormal findings. Postoperative magnetic resonance imaging also detected no abnormal findings, including cerebral contusions.

**Key Words :** cerebral aneurysm, clipping, insular cortex, atrioventricular block, cardiac arrest

(Received July 13, 2023; Accepted November 16, 2023)  
Correspondence to Kazuto KIMURA, M.D.,  
Department of Neurosurgery, Iwate Medical University, 2-1-1  
Idaidori, Yahaba-cho, Shiwa-gun, Iwate, 028-3695, Japan  
E-mail: kakimu [at] iwate-med.ac.jp

## I. はじめに

---

島皮質はシルビウス裂の最深部に存在し、大脳半球、辺縁系、視床、脳幹などと神経ネットワークを形成して、味覚、痛み、言語、注意、感情、摂食などの機能に関与している<sup>1)</sup>。さらには、交感神経と副交感神経を介して心臓を制御していることも報告されている<sup>2, 3)</sup>。

今回、我々は未破裂左中大脳動脈瘤クリッピング時に生じた島皮質の損傷が術後の完全房室ブロックと心停止の発生に関与した可能性のある1例を経験したので報告する。

## II. 症 例

---

**患 者：**61歳，女性。

**既往歴：**55歳から高血圧と脂質代謝異常に対して内服加療中。心臓疾患や甲状腺機能亢進症の既往はなし。

**家族歴：**特記事項なし。

**現病歴：**脳ドックのMRIで未破裂左中大脳動脈瘤が認められ、脳動脈瘤頸部クリッピング目的に入院となった。

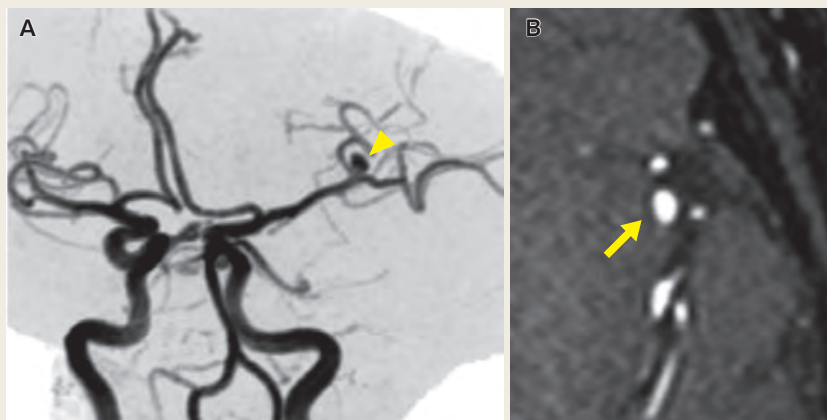
**身体所見：**身長147 cm，体重61 kg。

**神経学的所見：**意識清明で神経学的脱落症状なし。

**検査所見：**術前の血液検査，胸部X線，心電図で異常所見なし。

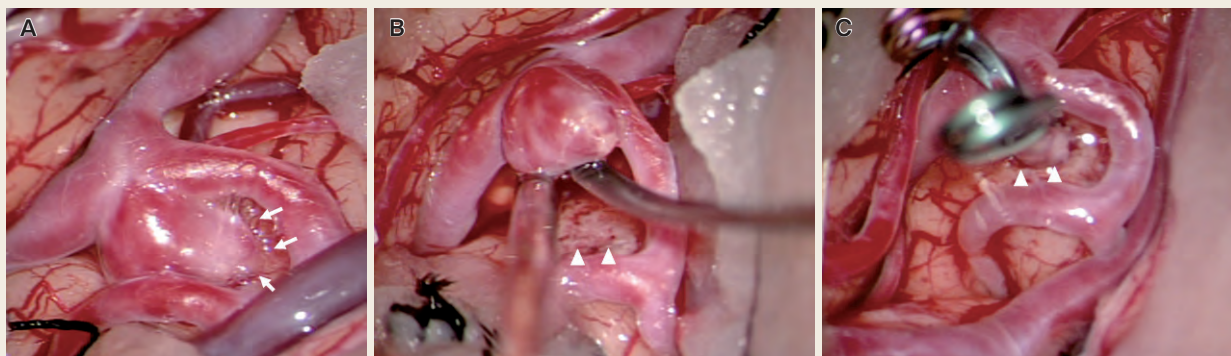
**画像所見：**MRI上，最大径5.1 mmの左中大脳動脈瘤 (Fig. 1A) を認め，島皮質に癒着していた (Fig. 1B)。頭蓋内にほかの器質的病変は認めなかった。

**手術所見：**全身麻酔の導入は，プロポフォール，フェンタニル，レミフェンタニル，ロクロニウム臭化物で行い，麻酔維持はプロポフォールとフェンタニルで行った。麻酔導入時にホスフェニトインナトリウム水和物750 mgを点滴静注した。左前頭側頭開頭を行い，硬膜切開後に経シルビウス裂的に動脈瘤にアプローチした。動脈瘤は左島皮質に強く癒着しており (Fig. 2A)，動脈瘤と島皮質との剥離の際に島皮質の軟膜が剥がれて出血し，3ワットで1秒以下の電気凝固を3回行った。その結果，島皮質の表面に半径5 mmの円形の挫傷を生じた (Fig. 2B)。クリッピングはチタン製のSugita IIスタンダードクリップNo.2 (ミズホ) とSugita IIミニクリップNo.85 (ミズホ) を用いて親動脈を狭窄しないように行った (Fig. 2C)。島皮質の電気凝固の際，脈拍は60回/分と一定で，血圧も80～100/50～60 mmHgと電気凝固の前後で大きな変動はなかった (Fig. 3)。その後も手術終了まで脈拍，血圧



**Fig. 1**

Preoperative magnetic resonance angiograms showing a left middle cerebral artery aneurysm (A, arrow head) adhering to the left insular cortex (B, arrow).

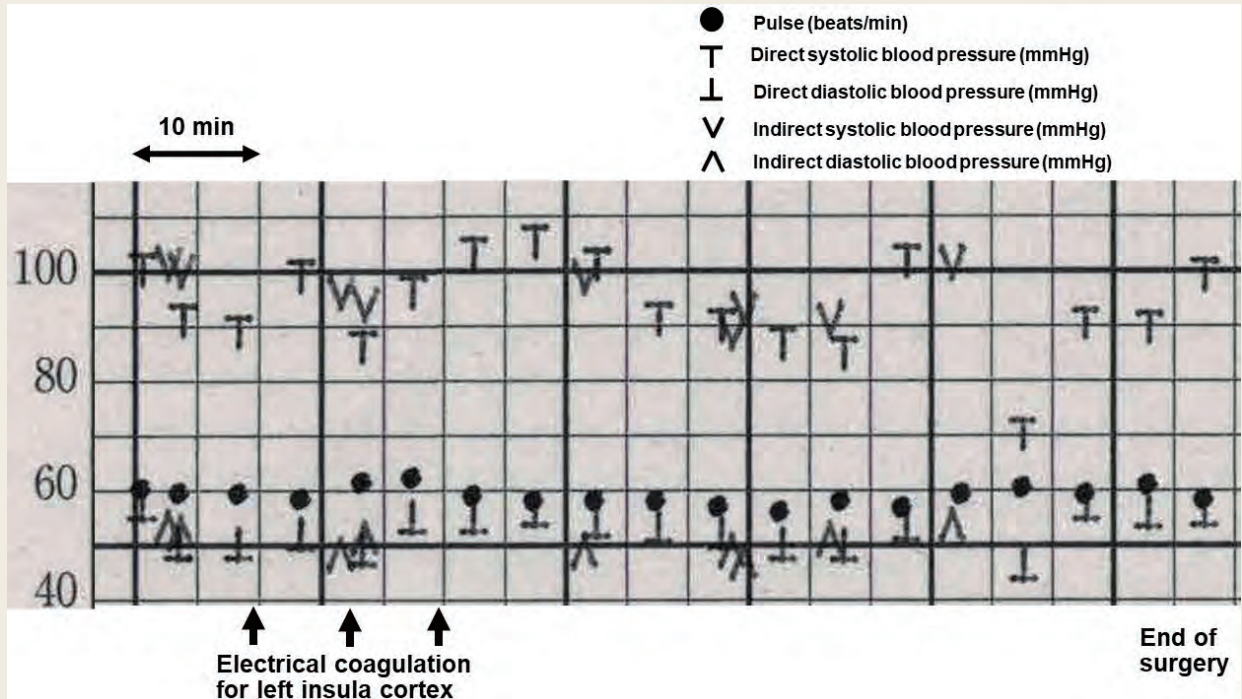


**Fig. 2**

Intraoperative findings. (A) The left middle cerebral artery aneurysm adheres to the left insular cortex (arrows). (B) Bleeding from the pial arteries located in the left insular cortex after aneurysm detachment (arrow heads). (C) Contusion of the left insular cortex resulting from coagulation of the bleeding pial arteries (arrow heads).

に大きな変動はなかった。

**術後経過:**手術室での全身麻酔覚醒後には全身状態、神経学的所見に問題はなく、術直後の頭部単純CT、胸部X線では異常所見を認めなかった。その後、集中治療室に入室して、心電図モニタを装着し、間接血圧を30～60分ごとに測定した。術後2時間後と8時間後に間接収縮期血圧が140 mmHg以上となり、ニカルジピン1 mgをそれぞれ静注した。その後も心電図モニタは洞調律、間接血圧は130/80 mmHg前後で経過した。鎮痛管理のため、アセトアミノフェン静注液1,000 mgとジクロフェナク坐剤25 mgを1回ずつ投与した。抗てんかん薬は投与しなかった。術後の血液検査で異常所見は認められなかった。



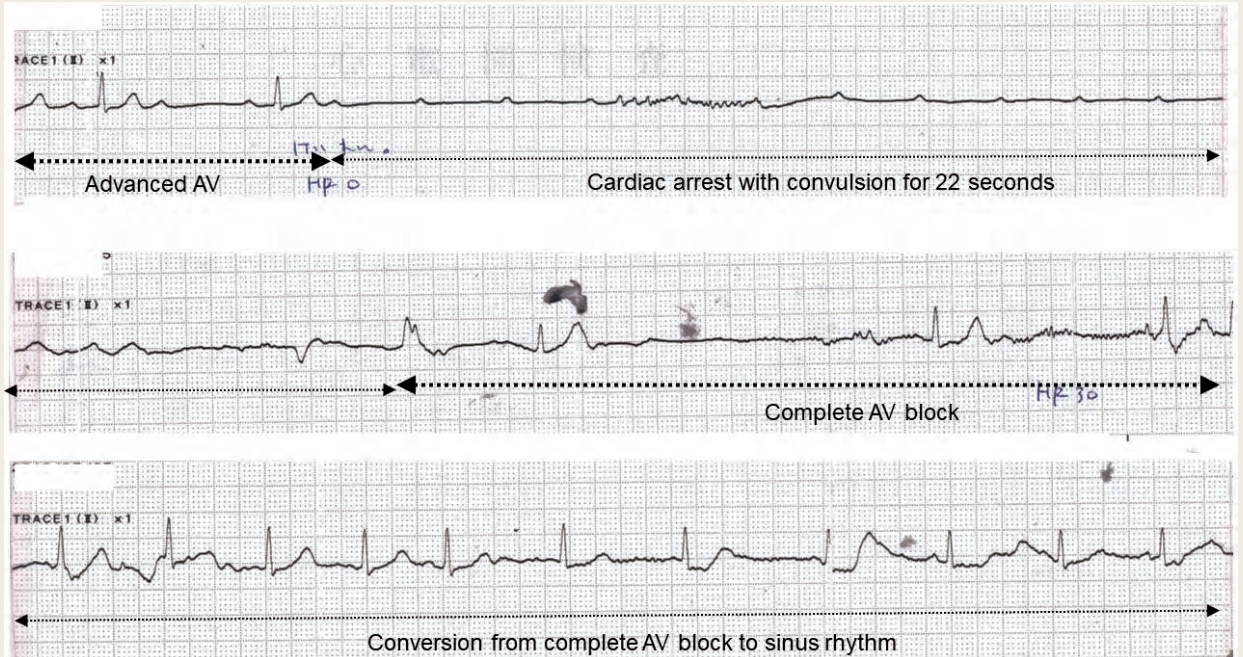
**Fig. 3**

Patient monitoring during general anesthesia. No blood pressure or heart rate abnormalities are observed in the period from aneurysm detachment from the left insular cortex to surgery termination.

術後 20 時間までは全身状態，神経学的所見，血液検査，頭部単純 CT，胸部 X 線で異常所見は認めなかった。しかし，突然，心電図モニタ上で高度房室ブロックが出現し，22 秒間の心停止，7 秒の完全房室ブロックが続き，その後，速やかに洞調律に復帰した (Fig. 4)。心停止の 22 秒間，意識障害と全般性けいれん発作が出現していた。洞調律に復帰するとともに意識障害は改善した。洞調律に復帰後，緊急で経静脈的ペースメーカーを留置した。その後，安静時心電図，Holter 心電図，経胸壁心臓超音波検査を行ったが異常所見は認められなかった。なお，心電図モニタ上で高度房室ブロックが出現する数分前の観察では，意識障害はなかった。

心停止発症 3 日目に経静脈的ペースメーカーを抜去した。その後の術後経過は良好で，術後 12 日目に独歩で自宅退院した。退院時の MRI では術中に生じた島皮質の挫傷は確認できなかった。

退院後に行った冠動脈 CT で左前下行枝近位部に約 50% の狭窄を認めたが，完全房室ブロックや心停止を惹起する冠動脈疾患は存在せず，ほかの心精査にて心変性疾患，心筋ミオパチー，心筋炎，自己免疫心疾患などの心臓血管疾患も否定された。また，術後 3 週間後の脳波検査では異常所見は認めなかった。



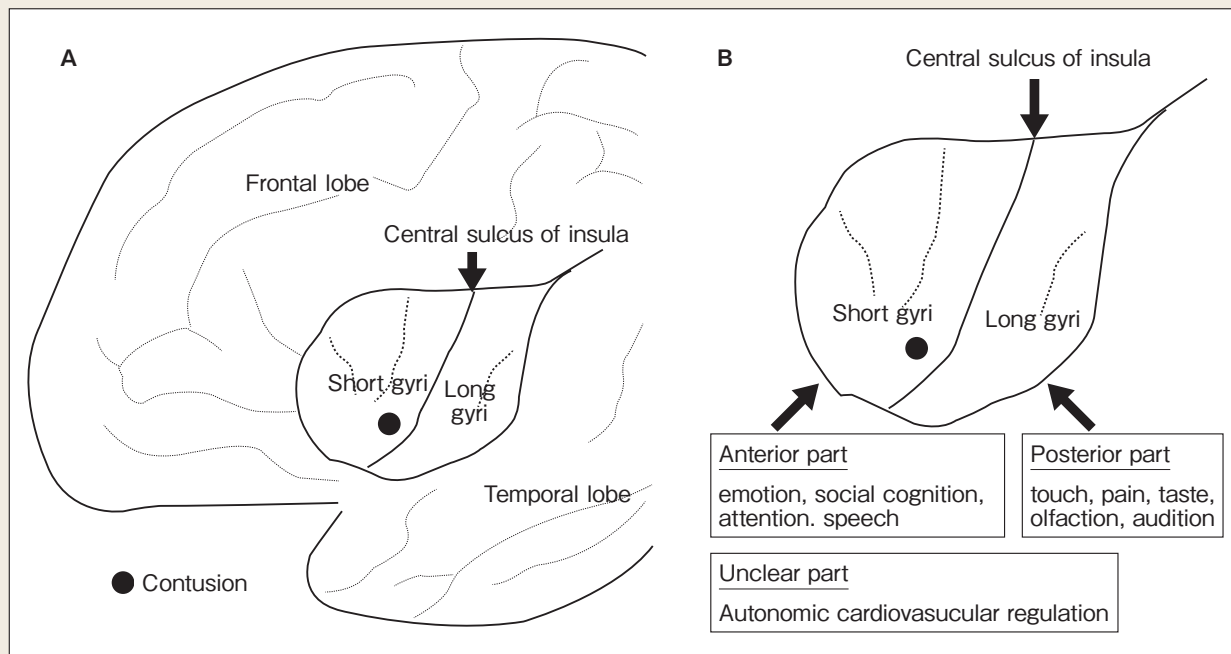
**Fig. 4**

Electrocardiography findings at 20 h postoperatively showing sudden development of a high-grade atrioventricular (AV) block, followed by cardiac arrest with convulsion for 22 s and complete AV block for 7 s, with subsequent sinus rhythm restoration.

### III. 考 察

本症例では、完全房室ブロックの原因となる冠動脈疾患、心変性疾患、心筋ミオパチー、心筋炎、自己免疫疾患などの心疾患が認められなかったにもかかわらず、未破裂中大脳動脈瘤への頸部クリッピングを行った翌日に完全房室ブロックと心停止が出現した。その原因として、左中大脳動脈瘤クリッピング時における島皮質の損傷が房室ブロックと心停止の発生に関与した可能性を考えた。

本症例は動脈瘤が左島皮質に強く癒着しており、動脈瘤と島皮質との剥離の際に島皮質の電気凝固を施行し、島皮質の表面に半径 5 mm の円形の挫傷を生じた。脳実質の刺激により心停止を起こし得る部位として、島皮質、扁桃核、視床、視床下部外側部、室傍核などが報告されている<sup>4)</sup>。島皮質は特に辺縁系、視床下部、脳幹とネットワークを形成し、自律神経による心臓制御を行っている<sup>2)</sup>。島皮質は島中心溝によって前部（短回）と後部（長回）に分けられ、感情、社会的行動、注意、言語などは前部、触覚や痛覚などの体性知覚、味覚、嗅覚、聴覚などの感覚知覚は後部にある。自律神経による心臓制御の領域は島皮質にあることは指摘されているが、その局在は特定されていない<sup>1, 3)</sup>。本症例の損傷部位は術中所見と画像所見か



**Fig. 5**

The anterior and posterior portions of the insula are separated by the central insular sulcus (A). The contusion (●) developed in the short gyri of insula cortex during clipping for an unruptured middle cerebral aneurysm (A, B). The areas of emotion, social cognition, attention, and speech are located in the anterior part (B). The areas of touch, pain, taste, olfaction, and audition are located in the posterior part (B). The location of the autonomic cardiovascular regulation area is unknown (B).

ら島中心溝より少し前方の短回と考えられた (Fig. 5)。てんかん患者に対して側頭葉離断術を行う際に電気刺激を島に行うと左では徐脈と血圧低下、右では頻脈と血圧上昇が誘発されることが報告されている<sup>2)</sup>。この結果から、左島皮質は副交感神経支配、右島皮質は交感神経支配であることが推察されている<sup>2)</sup>。この研究<sup>2)</sup>の刺激内容 (強度: 5~10 ワット, 時間: 2 秒間, 回数: 10 回以上) に比べて、本症例における刺激内容 (強度: 3 ワット, 時間: 1 秒以下, 回数: 3 回) が軽度であったため、術中に血圧と脈拍の変化は認めなかったと考えた。さらに、右島皮質を含む脳梗塞では頻脈性不整脈<sup>5)</sup>あるいはたこつぼ心筋症<sup>6)</sup>などの交感神経亢進状態を来すことが報告されている。一方、左島皮質に局限した梗塞症例においては、1/3 が徐脈性不整脈を認めたのに対し、右島皮質梗塞では徐脈性不整脈は認めなかったと報告されている<sup>7)</sup>。この論文では徐脈性不整脈が起こった時期の正確な記載はないが、脳梗塞発症後の入院中に発生しており、島皮質の梗塞や浮腫によって二次的に交感神経と副交感神経のインバランスが引き起こされて不整脈が起こり得るため、突然死も含めた心臓合併症に注意を要することが示されている<sup>7)</sup>。以上の文献的考察から、本症例の病態に関して2つの仮説を考えた。

1つ目は「左島皮質の損傷によって誘発されたてんかん発作→完全房室ブロック→心停止」である。しかし、本例では完全房室ブロックの前にてんかん発作を生じていたかは客観的に確認できなかった。てんかん発作に起因する不整脈としては突然の心停止が最も多く、房室ブロックはその約1/10程度と稀である<sup>8)</sup>。一方で、未破裂脳動脈瘤クリッピング後のてんかん発作は経シルビウス裂法が有意に多く、術後4日目までにみられることが多い<sup>9)</sup>とされており、本例も合致することから、左島皮質原発または原発不明の伝播性のてんかん発作が左島皮質や扁桃体を刺激して完全房室ブロックと心停止を引き起こした可能性を考えた。

2つ目は「挫傷や浮腫による左島皮質の直接刺激→完全房室ブロック→心停止とそれに伴う全般性けいれん発作」である。心臓のあらゆる部位に分布している交感神経と異なり、副交感神経は主に洞結節と房室結節に分布している。この副交感神経が刺激されて神経終末からアセチルコリンが分泌されると、このホルモンは心臓に対して、①洞結節のリズムを遅くする、②心房筋と房室結節間の房室接合線維の興奮性を抑制して心室への活動電位の伝達を遅延させる、作用がある。この副交感神経刺激が強くなると洞結節のリズムを完全に止めるか、心房から心室へ入るインパルスの伝達を完全に遮断するため、どちらの場合も心室筋にリズム性の興奮信号は伝わらなくなり、5～20秒程度の間、心室は完全に拍動を停止する。しかし、元々の心機能が正常な場合はプルキンエ線維の一部が自動性を発揮して毎分15～40回の速さで心室収縮を起こして洞調律に戻る。この現象を心室補充(心室エスケープ)というが<sup>10)</sup>、心電図モニタ所見から本症例でもこの生理反応が生じたと考えた。てんかん発作後の心停止のほとんどがこの機序で自然治癒していると考えられる<sup>8)</sup>。

島皮質の損傷以外の開頭術後の完全房室ブロック出現の原因として、顎顔面や頸部などの手術・処置中に起こり得る三叉神経心臓反射がある<sup>11)</sup>。本症例では、心停止直前に三叉神経を刺激したエピソードはなく、三叉神経心臓反射によると考えられるものではなかった。また、身体的・精神的なストレスから起こり得る迷走神経反射亢進も徐脈から心停止を引き起こす<sup>12)</sup>。本症例では、開頭手術直後であり、身体的・精神的なストレスはある程度認めていたものの、迷走神経反射に特徴的な、発作に先行する交感神経亢進症状である一過性の血圧上昇や心拍上昇<sup>12)</sup>はなかった。よって迷走神経反射が原因と考えられるものではなかった。完全房室ブロックを来し得る薬剤であるジギタリス、 $\beta$ 遮断薬、Ca拮抗薬(ジルチアゼム、ベラパミル)、プロポフォール、レミフェンタニルは、いずれも心停止当日に投与していない。今回、投与したCa拮抗薬のニカルジピンでも房室ブロックが起こった報告はあるが<sup>13)</sup>、本症例ではニカルジピンを投与したのが心停止する11時間前であり、

ニカルジピンの単回静脈内投与時の半減期が約 60 分ということを考慮すると、本病態との関連性は低いと考えた。

開頭手術後の心停止は約 0.7%に認め、手術当日が 18%といちばん多い。急性腎不全、人工呼吸器の故障、心筋梗塞、深部静脈血栓症、敗血症が主な原因とされるが<sup>14)</sup>、全身麻酔での開頭手術には大きな身体的・精神的負荷があり、想定外の全身合併症も起こり得ることを常に念頭に置くべきだと考えた。

## IV. 結 語

左中大脳動脈瘤クリッピング時における島皮質の損傷が房室ブロックと心停止の発生に関与した可能性のある 1 例を経験した。本症例の病態として、「左島皮質が関連するてんかん発作→完全房室ブロック→心停止」と「挫傷や浮腫による左島皮質の直接刺激→完全房室ブロック→心停止とそれに伴う全般性けいれん発作」の 2 つの仮説を考えた。正常な左島皮質の損傷は徐脈性不整脈を引き起こす可能性があり、術後 4 日目までは抗てんかん薬の投与と心電図モニタ装着の対策を要すると考えられた。

本論文の投稿に関しては、患者本人の同意を得ている。

COI：本論文に関して開示すべき COI はありません。

### 謝辞

本研究は、2022～2024 年度 JSPS 科研費(基盤研究 (C)、課題番号: JP22K09215)の助成を受けた。

## 文献

- 1) 永井道明 ほか: 島皮質は何をしているか. *Clinical Neuroscience* 28: 372-472, 2010
- 2) Oppenheimer SM, et al: Cardiovascular effects of human insular cortex stimulation. *Neurology* 42: 1727-32, 1992
- 3) Uddin LQ, et al: Structure and Function of the Human Insula. *J Clin Neurophysiol* 34: 300-6, 2017
- 4) Ozdemir O, Hachinski V: Brain lateralization and sudden death: its role in the neurogenic heart syndrome. *J Neurol Sci* 268: 6-11, 2008
- 5) Colivicchi F, et al: Prognostic implications of right-sided insular damage, cardiac autonomic derangement, and arrhythmias after acute ischemic stroke. *Stroke* 36: 1710-5, 2005
- 6) Yoshimura S, et al: Takotsubo cardiomyopathy in acute ischemic stroke. *Ann Neurol* 64: 547-54, 2008
- 7) Giannello F, et al: Isolated Insular Stroke: Clinical Presentation. *Cerebrovasc Dis* 49: 10-8, 2020
- 8) van der Lende M, et al: Cardiac arrhythmias during or after epileptic seizures. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 87: 69-74, 2016
- 9) 前田匡輝 ほか: 未破裂脳動脈瘤クリッピング術における周術期痙攣の検討. *脳卒中の外科* 45: 35-40, 2017
- 10) John E. Hall: ガイトン生理学. 原著第13版. エルゼビア・ジャパン, 東京, 2018
- 11) Seo K, et al: Electromagnetic interference of an external temporary pacemaker during maxillofacial and neck surgery. *Anesth Prog* 43: 64-6, 1996
- 12) Brignole M, et al: 2018 ESC Guidelines for the diagnosis and management of syncope. *Eur Heart J* 39: 1883-948, 2018
- 13) Malesker MA, Hilleman DE: Intravenous labetalol compared with intravenous nicardipine in the management of hypertension in critically ill patients. *J Crit Care* 27: 528, e7-14, 2012
- 14) Quinn TD, et al: Factors associated with an increased risk of perioperative cardiac arrest in emergent and elective craniotomy and spine surgery. *Clin Neurol Neurosurg* 161: 6-13, 2017