

開心術後に急激に進行した高カリウム血症に対して 人工心肺導入で救命し得た 1 例

荒田 道子, 野村 裕一, 福重 寿郎, 西 順一郎
河野 幸春, 吉永 正夫, 河野 嘉文

Key words :

悪性高熱症, 高カリウム血症, 人工心肺

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科発生発達成育学講座
小児発達機能病態学分野

A Patient with Hyperkalemic Cardiac Arrest after Successful Treatment of Open-heart Surgery Using a Cardiopulmonary Bypass

Michiko Arata, Yuichi Nomura, Toshiro Fukushige, Jun-ichiro Nishi,
Yukiharu Kono, Masao Yoshinaga, and Yoshifumi Kawano

Division of Pediatrics, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Kagoshima University, Kagoshima, Japan

A 6-month-old boy underwent radical correction of ventricular septal and atrial septal defects. He received intravenous anesthesia (fentanyl and midazolam), inhalational anesthesia (nitrous oxide and sevoflurane), and a muscle relaxant (vecuronium) during the operation. Two hours after surgery, he was extubated and in stable condition. However, 16 hours after surgery, his temperature increased to 41.5°C. In spite of several treatments, acidosis and hyperkalemia progressed rapidly, eventually resulting in cardiac arrest. Since open-chest heart massage was not effective and hyperkalemia was progressive, a cardiopulmonary bypass was applied. The patient's heartbeat resumed just after the cardiopulmonary bypass was initiated, and the serum concentration of potassium normalized. He was extubated again on the 15th postoperative day, and was discharged on the 63rd day. The boy was able to walk on his own by the time he was 16 months old, and was developing almost normally.

We suspect that this patient's cardiac arrest was caused by hyperkalemia from rhabdomyolysis resulting from delayed-onset malignant hyperthermia. As opposed to the usual treatments, we consider cardiopulmonary bypass an effective tool in treating rapid progressive hyperkalemia.

要 旨

症例は 6 カ月男児。心室中隔欠損症・心房中隔欠損症の診断で心内修復術を施行した。全身麻酔薬に fentanyl, midazolam の経静脈投与と、笑気, sevoflurane の吸入麻酔薬を使用し、筋弛緩薬は vecuronium bromide を使用した。術後 2 時間で抜管し状態は安定していたが、術後 16 時間から体温上昇を認め最高 41.5°C まで上昇した。加療にてもアシドーシスが悪化し、急激に進行した高カリウム血症により心停止を来した。開胸心マッサージ等の加療を施行するも心拍は再開せずカリウム値がさらに上昇したため人工心肺を導入した。人工心肺導入直後に自己心拍は再開しカリウム値も正常化した。術後 15 日目に抜管し、63 日目に退院した。生後 16 カ月時には独歩可能となり発達は徐々に正常化してきている。本例は遅発性の悪性高熱症の筋融解による高カリウム血症から心停止を来した可能性が最も高いと考えられた。一般的な治療に反応しない急速に進行する高カリウム血症の治療として人工心肺は有用と考えられた。

はじめに

悪性高熱症は揮発性吸入麻酔薬や筋弛緩薬を用いた麻酔に関連して発症するまれな疾患である¹⁾。そのほとんどが術中に発症するが、術後 24 時間以内には発症す

る可能性があり注意が必要である¹⁾。今回私たちは、心房中隔欠損・心室中隔欠損症心内修復術において術後 16 時間から発症した遅発性の悪性高熱症によると考えられる高カリウム血症から心停止となったが、人工心肺導入で救命し得た乳児例を経験したので報告する。

平成 16 年 11 月 26 日受付
平成 17 年 5 月 9 日受理

別刷請求先：〒890-8520 鹿児島市桜ヶ丘 8-35-1

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科発生発達成育学講座小児発達機能病態学分野
野村 裕一

症 例

6カ月男児。家族歴に筋疾患を含めた特記事項はなし。妊娠中に問題はなく、41週3日、体重2,940g、仮死なく出生。1カ月健診にて心雑音を指摘され当科外来紹介受診。心室中隔欠損症、肺高血圧症の診断で外来経過観察開始。生後3カ月から利尿剤・強心剤による治療を開始するも心不全の改善は思わしくなく、5カ月時心臓カテーテル検査施行。心室中隔欠損(膜様部、径4mm)、心房中隔欠損2カ所(径8mm、3mm)、収縮期右心室圧66mmHg、肺動脈圧(収縮期/拡張期(平均)):61/15(37)mmHg)、肺体血流比2.8、肺体血管抵抗比0.17(肺血管抵抗2.9 Wood単位)。手術適応と判断し、6カ月時に根治手術目的で入院。発達に関しては3カ月で頸座が可能となり、入院時には寝返りまで可能とほぼ正常だった。

入院時現症

身長67.9cm(-0.1SD)、体重6.8kg(-1.4SD)、脈拍132回/分。胸部所見は第4肋間胸骨左縁に全収縮期雑音Levine4度を聴取。II音肺動脈成分亢進あり。呼吸数48回/分で陥没呼吸を認めた。腹部所見は右乳頭線上で肝臓を3.5cm触知した。

入院時血液検査値は、貧血なく肝機能および腎機能も正常でcreatin kinase(CK)値106IU/L(57~183IU/L)、カリウム値4.5mEq/Lと正常だった。胸部X線像は心胸郭比53%で肺血管陰影の増強を認め、心電図上は右室肥大所見を認めた。

根治手術および術後経過

心室中隔欠損および心房中隔欠損閉鎖術は、全身麻酔薬に笑気、sevoflurane, fentanyl, midazolamを使用し、筋弛緩薬はvecuronium bromideを使用して施行された。人工心肺時間は108分で大動脈遮断時間は64分だった。ICUに入室し、術後2時間で抜管した。

術後翌日、午前4時頃から体温上昇がみられたが、呼吸状態、循環動態は安定していた。アシドーシスはなく(pH 7.46, base excess(BE) -1.4mEq/L, lactate 2.0mEq/L, K 4.0mEq/L)10時30分にICUを退室。その後体温は41.5°Cまで上昇し、13時、pH 7.32, BE -8.6mEq/L, カリウム値4.9mEq/Lとアシドーシス出現。心エコー上で左室壁運動は正常で、心嚢液貯留も認めなかった。酸素投与、冷却、利尿剤投与、dopamin, nitroglycerinに加えdobutamine投与開始、sodium bicarbonate投与等で加療を行い、16時に体温は38°Cまで低下したが、pH 7.26, BE -10.6mEq/L, カリウム値5.2mEq/Lとアシドーシスの進

行を認め排尿もみられなくなり、鎮静下に循環管理を行うために16時30分にICUへ再転棟した。

転棟直後心停止となり、挿管、心マッサージを開始した。挿管時には開口障害が認められた。この際のカリウム値は7.9mEq/Lと急激に上昇していた。心マッサージを行いつつ、sodium bicarbonate, calcium gluconate等による加療を行ったがカリウム高値は改善せず心拍も再開しなかった。開胸心マッサージを開始したがカリウム値は11.4mEq/Lとさらに上昇したために、18時手術室へ搬入し、人工心肺を開始した。全身麻酔薬はpropofolを使用しdantrolene sodiumも併用した。人工心肺開始直後に自己心拍は再開し(心停止後約90分後)、カリウム値も速やかに低下した。4時間で循環動態も安定し人工心肺から離脱した(Fig. 1)。

再手術後、循環動態・呼吸状態は安定していたが、次第に尿量が低下し、再手術後2日から10日まで持続濾過透析を併用した。逸脱酵素は再手術後aspartate aminotransferase(AST)11,760IU/L, CK 167,688IU/Lまで上昇し、尿中ミオグロビンは331,522ng/mlと著明な高値を認めたが、経過とともに低下した。術後5日に閉胸し、術後15日に抜管した。閉胸時に大胸筋の筋生検を施行したが、筋疾患を示唆するような明らかな異常は認められなかった。術後14日の頭部CTでは硬膜下腔の軽度拡大所見を認めた。術後34日に経口哺乳を開始し、40日にリハビリテーションを開始した。術後54日のMRIでは、硬膜下水腫と前頭葉の軽度萎縮が認められた。術後63日に退院したが、生後16カ月時には独歩可能となり、頭部CT上の萎縮も軽減していた。

考 案

本例は開心術16時間後から発熱がみられ、その後高カリウム血症が急激に進行し心停止を来している。原因としては遅発性の悪性高熱症からの筋融解による高カリウム血症の可能性が考えられた。悪性高熱症はsuxamethonium chlorideやvecuronium bromide等の筋弛緩薬や多数の揮発性吸入麻酔薬等に関連して発症し、体温が15分あたり0.5°C以上の上昇、あるいは体温が40°C以上を呈し、原因不明の不整脈、頻脈、血圧の変動、異常呼吸、アシドーシス、筋硬直、ミオグロビン尿症、血清カリウム、AST, alanine aminotransferase(ALT), lactate dehydrogenase(LD)やCKの異常高値、血液の暗赤色化、酸素分圧の低下、異常な発汗、既往のない出血傾向などがみられる²⁾。一般的に麻酔開始後2時間以内に発症するといわれているが、手術から24時間以内には発症する可能性も報告されている。McKenneyらはsuccinylcholine, propofolで麻酔した鼠径ヘルニア手術4

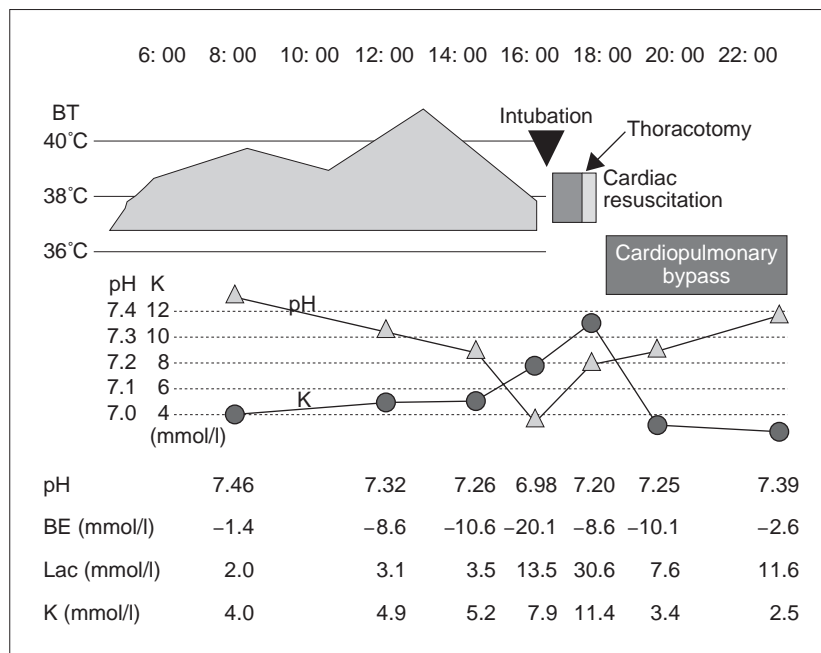


Fig. 1 Clinical course of the patient.

BT: body temperature, BE: base excess, Lac: lactate, K: potassium, Closed circle: serum concentration of potassium, Open triangle: pH

時間後に発症した例³⁾を, Grinbergらは笑気で麻酔した鼻中隔形成術4時間後に発症した例⁴⁾を報告している. Souliereらはhalothaneと笑気で麻酔した扁桃・アデノイド摘出術11時間後に発症した例⁵⁾を報告している. 本例は開心術施行後, 41°Cの高熱を呈し, アシドーシス, 筋硬直を呈し血清カリウム値やトランスアミナーゼ値, CK値の異常高値やミオグロビン尿症から, 遅発性の悪性高熱症を発症し, 横紋筋融解から高カリウム血症・心停止を来したものと考えられた. 本例の発熱は術後にみられており, 術後の心不全悪化に関連する発熱ではないかと考え, 悪性高熱症の診断が遅れ, dantrolen sodium使用のタイミングも遅かった. 閉胸時の筋生検ではCa放出速度等を含む悪性高熱症の確定診断等に行えなかったが, 少なくとも先天性筋疾患を示唆するような所見は得られなかった. 家族歴がなくCK値も正常であっても悪性高熱症発症の可能性は否定されないのはいままでのないが, さらに術後にも悪性高熱症を発症する可能性があるという認識は重要と思われた.

血清カリウム値6.5mEq/lを超えるような緊急を要する高カリウム血症の治療としては, 心筋細胞膜の保護, カリウムの細胞内への移動促進, カリウムの排泄が挙げられる. としてはcalcium gluconateの投与, としてはsodium bicarbonateの投与, ブドウ糖インスリン療法, としては陽イオン交換樹脂, 利尿剤

投与が行われる. しかしこれらで効果不十分の場合は, 血液透析や腹膜透析が有効である^{6,7)}. 住田らは3歳女児のFallot四徴症根治術後に高カリウム血症から心停止となり血液透析を施行し救命した例⁸⁾を報告している. Jacksonらは16歳男児の鼻中隔形成術後に高カリウム血症から心停止となり腹膜透析を施行し救命した例⁹⁾を報告している.

本児の場合は, calcium gluconateやsodium bicarbonateの投与にもかかわらずカリウム値が上昇し, 血液濾過透析の施行も考慮したが, 開胸心マッサージを施行している状況下で循環不全の改善とカリウム値の速やかな是正を期待して人工心肺導入を選択した. 心停止後90分で人工心肺を開始し, プライミング血液による急速な希釈によると考えられる速やかなカリウム値の低下が得られ, 人工心肺導入直後に心拍再開を得ることが可能だった. 心停止による重度の脳障害も懸念されたが, 18カ月時にはCT上の脳萎縮も改善し発達も次第に正常化してきている.

結 語

開心術後翌日に遅発性の悪性高熱症によるものと考えられる急激に進行した高カリウム血症から心停止を来した乳児例を経験した. 一般的な治療に反応せず人工心肺導入により, 迅速に血清カリウム値が正常化

し、自己心拍が再開したことが救命へとつながったものと考えられた。人工心肺は急速に進行する高カリウム血症の治療の一つとして有用であり、その導入のタイミングを逸しないことが必要である。そのためにも常に小児科、心臓外科、麻酔科医の密な連携体制が築かれていることが重要である。また、悪性高熱症は術後24時間以内には発症する可能性があるという認識は特に重要と思われた。

【参考文献】

- 1) Wetzel RC: Anesthesia and perioperative care, in Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB (eds): Nelson Textbook of Pediatrics 17th edition. Philadelphia, Saunders, 2003, pp342-357
- 2) Ali SZ, Taguchi A, Rosenberg H: Malignant hyperthermia. Best Pract Res Clin Anaesthesiol 2003; 17: 519-533
- 3) McKenney KA, Holman SJ: Delayed postoperative rhabdomyolysis in a patient subsequently diagnosed as malignant hyperthermia susceptible. Anesthesiology 2002; 96: 764-765
- 4) Grinberg R, Edelist G, Gordon A: Postoperative malignant hyperthermia episodes in patients who received "safe" anaesthetics. Can Anaesth Soc J 1983; 30: 273-276
- 5) Souliere CR Jr, Weintraub SJ, Kirchner JC: Markedly delayed postoperative malignant hyperthermia. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1986; 112: 564-566
- 6) 守山敏樹：高K血症の緊急治療の実際。Med Pract 2003；20：1393-1396
- 7) 坂本尚登，松尾孝俊：低K血症と高K血症の診断と治療の進め方。Med Pract 2003；20：1329-1336
- 8) 注田臣造，氏家良人，木村弘通，ほか：高K血症による心停止4症例の経験および持続血液濾過の有用性について。ICUとCCU 1988；12；515-520
- 9) Jackson MA, Lodwick R, Hutchinson SG: Hyperkalaemic cardiac arrest successfully treated with peritoneal dialysis. BMJ 1996; 312: 1289-1290