

胸骨圧迫中にバイスタンダーが急死した一例

¹⁾ 鳥取大学医学部医学科社会医学講座法医学分野

²⁾ ジグミ・ドルジ・ワンチュク国立病院法医法中毒学部門 (プータン)

³⁾ 鳥取大学 技術部 化学バイオ・生命部門 組織解析分野

加藤百音¹⁾, Dawa Zangpo²⁾, Reyhan Andika Firdausi¹⁾, 遠藤 実^{1,3)},
杉原弘貢^{1,3)}, 中留真人¹⁾, 飯野守男¹⁾.

Sudden death of a male bystander during CPR

Momone KATO¹⁾, Dawa ZANGPO²⁾, Reyhan Andika Firdausi¹⁾, Minoru ENDO^{1,3)},
Hirotsugu SUGIHARA^{1,3)}, Masato NAKATOME¹⁾, Morio IINO¹⁾.

¹⁾ *Division of Forensic Medicine, Faculty of Medicine, Tottori University*

²⁾ *Department of Forensic Medicine and Toxicology, Jigme Dorji Wangchuk National Referral Hospital, Thimphu, Bhutan*

³⁾ *Technical Department Chemical Bio-Life Division Tissue Analysis Section, Tottori University*

ABSTRACT

Bystander cardiopulmonary resuscitation (CPR) improves the survival rate of out-of-hospital cardiac arrest (OHCA), but its implementation rate is still low in Japan. We experienced a rare case of a male elderly who died while he was performing CPR on his wife. He had a history of coronary artery bypass grafting (CABG) and was diagnosed with aortic valve stenosis (AS). One day he found his wife lying unconscious at home. When he called an emergency service, the operator told him to start performing CPR on her. Minutes later, he did not reply to the operator anymore. When the paramedics arrived at their home, they found the couple lying on the futon, the Japanese mattress. Though they were transferred to the hospital and resuscitated, they couldn't survive. Subsequently, to reveal the cause of his death, medicolegal autopsies were performed two days after the death was confirmed. We found severe aortic valve calcification and arteriosclerosis of saphenous vein grafts on the man's heart. We confirmed that the man had died of ischemic heart disease during CPR on his wife. This case revealed the risk of performing CPR when the rescuers have certain medical conditions.

(Accepted on May 8, 2024)

Key words : cardiopulmonary arrest, postmortem imaging, bystander CPR, saphenous vein graft (SVG) failure

はじめに

本邦では院外心肺停止 (Out of hospital cardiac arrest, OHCA) は年間約8万例発生しているが¹⁾, 1か月後の平均生存率は10%程度と欧米と比較して低いのが現状である²⁾. OHCAに遭遇した場合, 一般市民も心肺蘇生術 (cardio-pulmonary resuscitation, CPR) を施行するバイスタンダー CPRの重要性が周知されるようになったことで, 過去10年で実施率は1.2倍近く上昇した¹⁾. しかしながら, CPRの要である胸骨圧迫は比較的激しい労作である. 特にバイスタンダーが高齢者の場合, 健常者であっても若年者と比較して頻回の休息を要するため, 胸骨圧迫の質が低下しやすいことが知られている³⁾. そのため, CPRのプロトコルで推奨されるように, 最初に大声で周囲に応援を要請し, 中断を最小限にしつつ1~2分ごとを目安として胸骨圧迫を頻回に交代することは質の担保に有効である⁴⁾. Josephらは高齢のバイスタンダーは疲労など身体的条件によって胸骨圧迫を完遂できない可能性を指摘しているが⁵⁾, 胸骨圧迫を施行中にバイスタンダーが死亡したという報告は我々が知る限りこれまでに認められていない. 今回我々は, 心停止した同居者に対して胸骨圧迫を実施していたバイスタンダーが, 救命処置中に死亡するという稀な事例を経験したのでここに報告する.

症 例

患者: 60代, 男性.

既往歴: 狭心症, 陳旧性心筋梗塞, 大動脈弁狭窄症 (AS), 心不全, 両下肢閉塞性動脈硬化症, 冠動脈バイパス術 (CABG) 後.

現病歴: 慢性腎不全のため週3回の血液透析を受けていた. 死亡日の午前8時頃, 自宅で妻が意識消失しているのを発見したため救急隊へ通報し, 「妻の意識と呼吸がない」と告げた. 携帯電話を置いたまま救急隊の指示に従って胸骨圧迫を開始した. はじめの数分間は胸骨圧迫をする音と妻へ呼びかける声が聞こえていたが, 入電から約8分後に音声途絶えた. 通報の入電から約15分後に救急隊が自宅に到着したが, この時点で本症例と妻はいずれも布団の上に倒れており, 意識消失していた. 接触時の心電図波形は無脈性電気活動 (PEA) で, 病院へ搬送され蘇生処置を受けたが心拍再開せず, 搬送先で死亡が確認された.

死因が不明であることから死亡の2日後に当教室で死因・身元調査法に基づいた解剖 (調査解剖) を実施した. 解剖前に全身の死後CT検査を実施した.

死後CT所見

頭部に明らかな異常を認めない. 胸骨体は5本のワイヤーで固定されている. 全身の動脈に高度な石灰化を認める. 心臓は肥大し, 大動脈内腔に液面形成を認める. 心臓表面に高度石灰化した血管を2本認める. 冠動脈は3枝全てに高度な石灰化を認める. 両側の腎臓に著明な萎縮を認める.

解剖所見

外表所見: 身長173cm, 体重76.6kg, BMI 25.6. 死斑は紅色調で, 背面に軽度発現. 死後硬直は全身の諸関節に中等度発現. 顔面はうっ血状を呈し, 眼瞼結膜及び眼球結膜に溢血点を散見した. 胸部正中に全長22cmの手術痕を認めた. 右上肢に4か所のシャント部を認めた.

内景所見: 胸部では左右肋骨に多発骨折を認め, 胸骨正中は5本のワイヤーにより固定されていた. 左右の胸腔には淡血性の液体が貯留していた (左 80g, 右 162g). 心臓前面の脂肪量は多く, 心臓内には暗赤色流動性血液の貯留を認めた. 心臓重量は824gと高度に肥大していた. 左室前面には全長9cmの白色のグラフトが左前下行枝に吻合され, 右室後面には全長15cmのグラフトが右冠動脈に吻合されていた (図1). グラフト中枢端は大動脈弁から4cm遠位の大動脈に吻合されていた. グラフト末梢端の吻合部は, 解剖で同定されなかった. 両グラフトとも血管壁が高度に石灰化し, 内腔には50%以上の狭窄を認めた (図2).

心室壁の厚さは左室1.8cm, 右室0.7cm, 心室中隔1.6cmといずれも肥大を認めた. 左室の側壁と右室の心内膜面には広範な線維化を認めた. 冠動脈左前下行枝と右冠状動脈の内腔は完全に閉塞し, 左回旋枝にも75%以上の高度な狭窄を認めた. 大動脈内膜は中等度の硬化を認め, 大動脈弁は3つの弁全てに高度な石灰化を認めた (図3). 2本のグラフト起始部は大動脈弁の上方4cmの位置に吻合されていた.

病理組織学的所見: 心筋内の細動脈に, 中程度の線維性内膜肥厚を認める. 左心室心筋内にマッソントリクローム染色で青染される広範な線維化が認められる. 線維化組織周囲の血管内にはうっ血を認める (図4).

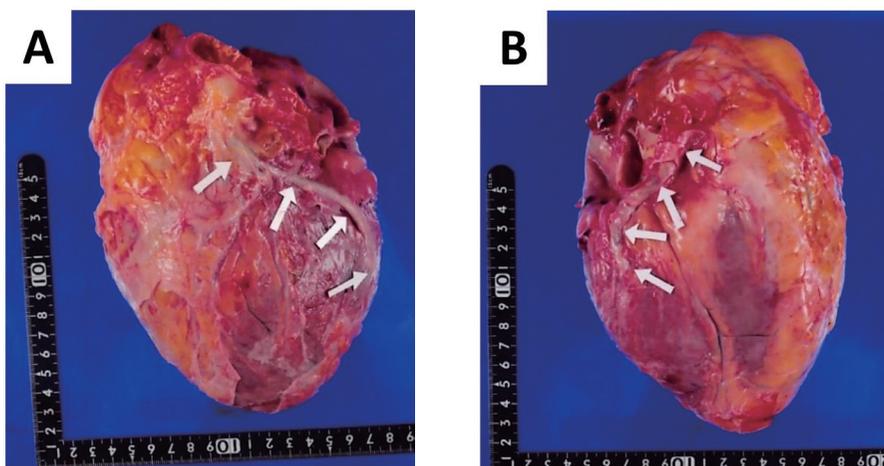


図1 症例1の心臓 (A：左グラフト血管 B：右グラフト血管)
心臓重量は824 gと高度に肥大していた。

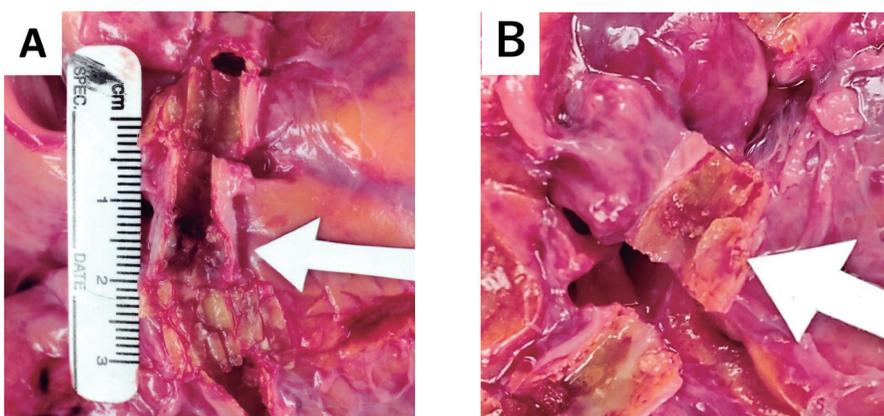


図2 症例1のグラフト血管 (A：左グラフト血管内腔 B：右グラフト血管内腔)
左右いずれも内腔に粥状硬化を認めた。

検査所見：末梢血の血液生化学検査では HbA1cは6.5%，CRPは1.5mg/dL。

以上の所見から死因は虚血性心疾患と診断した。

考 察

本症例の外表には、手術痕の他に有意な外傷は認めなかった。解剖所見では冠動脈3枝全てに高度な動脈硬化を認め、大動脈弁の石灰化や心筋の広範な線維化を認めた。冠動脈グラフトの血管内腔には高度な粥状硬化が認められた。一方、病理所見では、心筋線維化や心筋内のうっ血といった慢

性期または超急性期の所見が主体であり、凝固壊死といった虚血性心疾患で特徴的な病理学的所見は認めなかった。虚血性心疾患を発症した場合、冠動脈が完全に閉塞しても4～6時間程度経過しないと病理学的に明らかな形態学的変化が現れないことを考慮すると⁵⁾、本症例は死亡に至るまでの経過が短時間であったことが推察され、病歴とも矛盾しない。冠動脈グラフトは血管壁の厚さ、両下肢の手術痕および動脈硬化性疾患の既往歴や血液透析の施行歴より、動脈グラフトではなく大伏在静脈グラフト (saphenous vein grafts : SVG) が用いられていたと考えられる。SVGは動脈グラフト

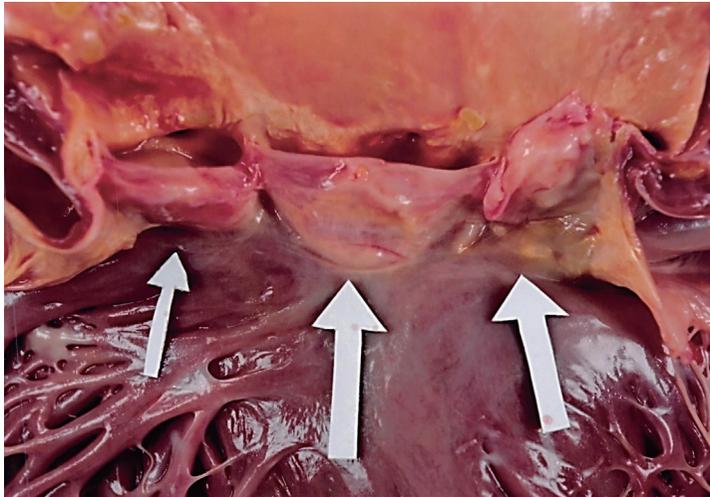


図3 症例1の大動脈弁.

全ての半月弁に石灰化を認めた.

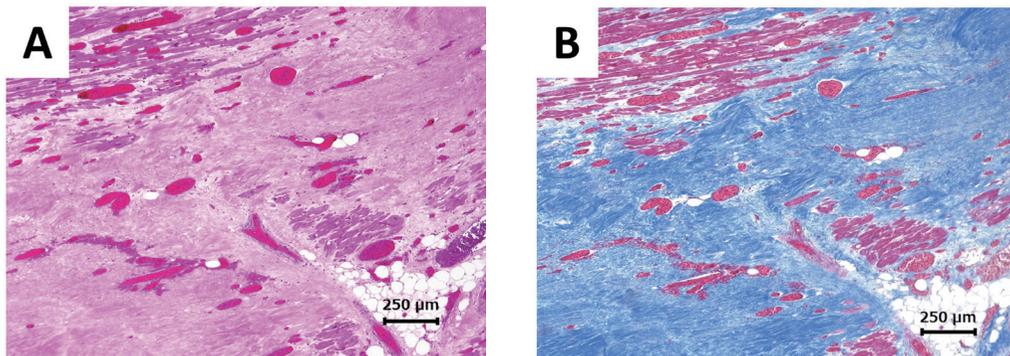


図4 症例1の心筋病理組織像 (A: H-E染色, B: マッソントリクローム染色)

広範囲な繊維化と、周辺の血管のうっ血を認めた.

トと比較して簡便にグラフトを採取できるという利点がある一方で、長期的な開存率が動脈グラフトと比較して低いという問題点がある^{6,7)}。冠動脈グラフト血管は2本とも変性により開存率が低下しており、いわゆる“SVG failure”という状態に陥っていたと考えられる。SVG failureの定義は現在も定まっていないが⁸⁾、動脈に吻合された静脈グラフトが高血圧に適應する過程で發生する内膜過形成や平滑筋細胞の増殖が背景にあるとされている^{9,10)}。SVG failureの存在下では、心筋への血流量が減少するため、狭心症や心筋梗塞の再発および心不全や突然死を引き起こし、CABG後の長期的な予後を左右することから、その予防は現在

でも大きな課題である^{6,10)}。また、閉塞率が50%程度であっても、術後10年間の心イベント再発率が56.2%あり、これは完全閉塞の場合の81.2%と比べれば有意に低い⁶⁾、健常人より予後が悪い事は想像に難くない。

大動脈弁で認めた全ての半月弁における肉眼的に明らかな石灰化の存在や、正常の2倍程度の重量まで肥大した心肥大の存在から、ASも死因に関与した可能性がある。大動脈弁の石灰化の重症度がAS患者の独立した予後予測因子であることや¹¹⁻¹³⁾、高度な弁石灰化を伴うASにおいて弁置換術ではなく保存的治療を選択すると予後が悪化することは広く知られている¹⁴⁾。また、ASの存在下

では圧荷の上昇に対して心筋を肥大させることで収縮能を保とうとするが、左室肥大により相対的な心筋虚血が発生するのがASにおける突然死の背景と考えられている¹⁵⁾。

以上の解剖所見や病理所見を踏まえると、SVG failureとASはいずれか一方が死因に寄与したというよりも、相互に関連しあっていたと考えられる。すなわち、静脈グラフトを使用したCABG後にSVG failureを来し、バイパス血流量の障害による心筋虚血とASのある患者が、胸骨圧迫という運動を行ったことで心拍出量が低下し、更なるバイパス血流量の低下が引き起こされたことで、運動中の心筋に十分な血流量を確保できなくなり、虚血性心疾患が増悪し死亡したと考えた。

また、本症例は被救助者と共に布団上で発見されたことから、胸骨圧迫はやわらかい布団上で行われたと推測される。胸骨圧迫は固い平面の上で実施することが推奨されているが、これはやわらかい面の上で実施した場合に、エネルギーが分散し胸骨圧迫の質が低下する恐れがあるためである¹⁶⁻¹⁸⁾。本事案では被救助者を床面などに移動させずに布団上で胸骨圧迫を実施したことで、胸骨圧迫の質が低下したばかりか、本症例の肉体的な疲労感も増した可能性は否定できない。

最後に、本症例の死亡時刻と死亡場所についても記載する。救急隊が本症例に接触した時の心電図波形はPEAであり、完全な心静止には至っていなかった。このことから、搬送先で蘇生行為が終了し、医師により死亡が確認された時を死亡時刻と考え、死亡場所も搬送先の医療機関と判断し、死体検案書に記載した。

法医学実務において本事例のように夫婦が同時に倒れている現場の背景を考える場合、火災などの災害や、心中等の自他殺が鑑別に上がる。また、近年は老々介護を背景として、介護者の突然死により被介護者も衰弱死に至る「同時死」の事例も報告されている¹⁹⁾。65歳以上の高齢者だけで構成された世帯が増加している我が国では、高齢者の孤独死が問題として論ぜられることが多いが²⁰⁾、今回の事例の背景は、同居者を救命するために実施した胸骨圧迫という激しい労作によりバイスタンダーの原疾患が増悪したことで、そちらが死亡するという、これまでに報告がないものであった。このことから、心疾患等の既往歴がある高齢者がバイスタンダーとして胸骨圧迫を実施することは

バイスタンダーの病状の悪化や最悪の場合は急死につながる可能性があることが示唆された。

結 語

自宅で倒れた妻の救命を試みた夫が胸骨圧迫実施中に死亡した事例を経験した。2例の解剖の結果、夫の死因は虚血性心疾患、妻の死因は肺炎と診断した。夫の死亡は妻の救命のための労作により惹起された心疾患の増悪による可能性がある。同様の事例は超高齢社会にある本邦において今後も発生する可能性があり、再発防止のためには通報を受けた救急隊が通報者の健康状態を聞き取るほか、近年普及が進むスマートデバイスを活用することで、まずバイスタンダーの安全を確保するなどの対策も必要であると考え、ここに提言する。

利益相反について

本研究の全著者に利益相反 (COI) 事項はない。

文 献

- 1) 総務省消防庁令和4年版救急救助の現況, https://www.fdma.go.jp/publication/rescue/items/kkkg_r04_01_kyukyuu.pdf (閲覧日2023年7月24日)
- 2) Shijiao Yan, Yong Gan, Nan Jiang et al. The global survival rate among adult out-of-hospital cardiac arrest patients who received cardiopulmonary resuscitation: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2020 Feb 22; **24**(1) : 61.
- 3) Joseph W Heidenreich, Aleta Bonner, Arthur B Sanders. Rescuer fatigue in the elderly: standard vs. hands-only CPR. *J Emerg Med* 2012; **42**(1) : 88-92.
- 4) 井関憲, 今泉均, 他. 一時救命処置. 一般社団法人 日本蘇生協議会監修, JRC蘇生ガイドライン2020, 東京, 医学書院. 2021_p.18-21.
- 5) 池田典昭, 木下博之. 標準法医学, 第8版, 東京, 医学書院. 2022_p.42.
- 6) Abdul R. Halabi, John H. Alexander, Linda K Shaw et al; Relation of Early Saphenous Vein Graft Failure to Outcomes Following Coronary Artery Bypass Surgery. *AJC* 2005; **96**(9) : 1254-1259.
- 7) Steven Goldman, Karen Zadina, Thomas

- Moritz et al. Long Term Patency of Saphenous Vein and Left Internal Mammary Artery Grafts after Coronary Artery Bypass Surgery. *JACC* 2004; **44**(11) : 2149-2156.
- 8) Ralf E. Harskamp, Judson B. Williams, Ronald C Hill et al. Saphenous vein graft failure and clinical outcomes: Toward a surrogate end point in patients following coronary artery bypass surgery? *Am Heart J.* 2013; **165**(5) : 639-643.
 - 9) Gustavo Antonio Guida, Gianni D Angelini. Pathophysiology and Mechanisms of Saphenous Vein Graft Failure. *Braz J Cardiovasc Surg* 2022; **37**(Spec 1) : 32-37.
 - 10) Iosif Xenogiannis, Marco Zanati, Deepak L Bhatt et al. Saphenous Vein Graft Failure: From Pathophysiology to Prevention and Treatment Strategies. *Circulation* 2021; **144**(9) : 728-745.
 - 11) S. J. Cowell, D. E. Newby, J. BURTON et al. Aortic valve calcification on computed tomography predicts the severity of aortic stenosis. *Clin Radiol* 2003; **58**(9) : 712-716.
 - 12) David M Shavelle, Matthew J Budoff, Nediljka B Buljubasic et al. Usefulness of aortic valve calcium scores by electron beam computed tomography as a marker for aortic stenosis. *Am J Cardiol* 2003; **92**(3): 349-353.
 - 13) Ralf Koos, Harald Peter Khl, Georg Mhlenbruch et al. Prevalence and clinical importance of aortic valve calcification detected incidentally on CT scans: comparison with echocardiography. *Radiology* 2006; **241**(1) : 76-82.
 - 14) Kentaro Shibayama, Masao Daimon, Hiroyuki Watanabe et al. Significance of Coronary Artery Disease and Left Ventricular Afterload in Unoperated Asymptomatic Aortic Stenosis. *Valvular Heart Disease* 2016; **80**(2) : 519-525.
 - 15) 山本一博, 南野哲男, 他. 循環器診療コンプリート 弁膜症, 東京, 秀潤社. 2022. p. 126.
 - 16) Myra H Wyckoff, Robert Greif, Peter T Morley et al. 2022 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations: Summary from the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces." *Circulation* 2022; **146**(25) : 483-557.
 - 17) Hong Joon Ahn, Yongchul Cho, Younhyuk Choi et al. Effect of using a home-bed mattress on bystander chest compression during out-of-hospital cardiac arrest. *Hong Kong J Emerg Med* 2021; **28**(1) : 37-42.
 - 18) Josephine Holt, Abigail Ward, Tay-Yibah Mohamed et al. The optimal surface for delivery of CPR: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*, 2020; 155:159-164.
 - 19) 猪狩由, 関雪てい, 大内司, 他. 宮城県における近年の "Coincident deaths (同時死)" の検討. *法医学の実際と研究*. 2019; 62: p. 220.
 - 20) 井上瑞稀, 小椋菜央, 富田紗季, 他. 日本における高齢者の異状死に関する過去20年間の研究動向: KH CoderによるText Mining. *米子医学雑誌* 2021; **72**(1/4) : 6-15.