

症例報告

大動脈弁置換術中に大量気管内出血をきたし 保存的治療にて救命し得た 肺動脈カテーテルによる肺動脈損傷の1例

青山 武司^{*1,2}, 三原 聡仁², 須藤 和樹^{2,3}

¹近江八幡市立総合医療センター麻酔科

²京都府立医科大学大学院医学研究科麻酔科学

³済生会滋賀県病院麻酔科

Pulmonary Artery Injury with Massive Endotracheal Hemorrhage Induced by Pulmonary Artery Catheter Successfully Treated by Conservative Treatment During the Aortic Valve Replacement: a Case Report

Takeshi Aoyama^{*1,2}, Toshihito Mihara² and Kazuki Sudou^{2,3}

¹Department of Anesthesiology, Omihachiman Community Medical Center

²Department of Anesthesiology,

Kyoto Prefectural University of Medicine Graduate School of Medical Science

³Department of Anesthesiology, Saiseikai Shiga Hospital

抄 録

肺動脈カテーテル (Pulmonary Artery Catheter; PAC) は心臓手術の周術期循環管理に有用であるが、合併症である肺動脈損傷を生じた場合に致命的となりうる。症例は81歳女性、大動脈弁狭窄症と心房細動に対して大動脈弁置換術と肺静脈隔離術を施行した。人工心肺離脱後から気管内出血をきたし SpO₂ が急低下したため再度人工心肺を確立した。出血の原因や出血点の同定を試みたが困難であり、出血量が増加する一方であった。PACによる肺動脈損傷を疑ったが外科的止血は困難と判断して人工心肺を離脱しヘパリンの中和が必要と考えた。二腔式気管チューブに入れ替えて患側肺に高气道内圧をかけ分離肺換気を行いながら人工心肺を離脱し酸素化と血行動態を維持することができた。さらに新鮮凍結血漿、血小板輸血を行い出血量は軽減し手術を終了することができた。術後の胸部CT検査にて右肺動脈に仮性動脈瘤を認め、PACによる肺動脈損傷と診断した。心臓手術中のPACによる肺動脈損傷は人工心肺の継続が出血量の増加につながるため、分離肺換気で気道内圧管理を行い、速やかに人工心肺を離脱することで止血が期待できる可能性がある。

キーワード：肺動脈カテーテル、肺動脈損傷、大動脈弁置換術、出血。

令和元年11月11日受付 令和元年12月10日受理

*連絡先 青山武司 〒523-0082 滋賀県近江八幡市土田町1379

t-aoyama@koto.kpu-m.ac.jp

doi:10.32206/jkpum.129.01.015

Abstract

The patient was an 81-year-old woman. She underwent aortic valve replacement and pulmonary vein isolation for aortic valve stenosis and atrial fibrillation, respectively. As extensive endotracheal hemorrhage occurred with decreased oxygen saturation in arterial blood (SpO₂) immediately after cardiopulmonary bypass (CPB), CPB was re-established. Although it was difficult to determine the cause of massive hemorrhage, we suspected pulmonary artery injury caused by a pulmonary artery catheter (PAC).

We determined that surgical hemostasis would be difficult and that CPB would need to be removed. During differential lung ventilation by applying high airway pressure to the lung on the affected side through replacement of the tracheal tube with a double-lumen tube, CPB weaning was successful, and the oxygenation/hemodynamic status could be maintained. We successfully completed the surgery after reducing the amount of hemorrhage with fresh-frozen plasma and platelet transfusion. Because of a false aneurysm in the right pulmonary artery confirmed by postoperative chest computed tomography, pulmonary artery injury caused by a PAC was diagnosed. Pulmonary artery injury by a PAC during cardiac surgery might lead to an increase in hemorrhage by CPB, and hemostasis can be achieved without surgical intervention if airway pressure is controlled and CPB is immediately removed.

Key Words: Pulmonary artery catheter, Pulmonary artery injury, Aortic valve replacement, Bleeding.

はじめに

肺動脈カテーテル (pulmonary artery catheter; 以下 PAC) は心臓麻酔における循環管理において非常に有用である。しかしながら心臓手術中に生じる PAC の合併症はまれであるが、その中でも肺動脈損傷をきたした場合は致死的となる可能性がある。肺動脈損傷では肺葉切除や血管内治療を行った報告もあるが、今回我々は心臓手術中に PAC による肺動脈損傷が原因と考えられる大量気管内出血に対して外科的治療を行うことなく救命に成功した症例を経験したので報告する。

症例：81 歳女性，150 cm 50 kg.

主訴：胸部不快感，呼吸苦。

現病歴：胸部不快感・呼吸困難を主訴に当院救急外来を受診し急性心不全の診断で入院となった。精査にて重度大動脈弁狭窄症と発作性心房細動と診断され，大動脈弁置換術と肺静脈隔離術が予定された。

内服薬：アピキサバン（手術 3 日前に中止）

胸部エックス線：CTR 60%，CP angle 両側鈍化。

心電図：心房細動。

経胸壁心エコー検査：壁運動は良好，左室駆出

率 60%，大動脈弁は著明な石灰化，大動脈弁口面積 0.4 cm²，大動脈弁最大圧較差 148 mm Hg，大動脈弁平均圧較差 86.1 mmHg.

術中経過

患者入室後，局所麻酔下に右橈骨動脈に観血的動脈圧ラインを確保した後，ミダゾラム 5 mg，フェンタニル 350 μg，ロクロニウム 50 mg を投与し麻酔導入を行った。気管内挿管後に右内頸静脈より PAC を挿入し，挿入長 50 cm で肺動脈楔入圧を確認後 48 cm まで引き抜き経食道心エコーで位置を確認し固定した。麻酔の維持は酸素，空気，セボフルランで行い，人工心肺中はプロポフォールを持続投与を行った。鎮痛薬にはフェンタニルを使用した。胸骨正中切開後，上行大動脈送血，上下大静脈脱血で問題なく人工心肺を確立し，予定通りの術式を行った後人工心肺から離脱した。大動脈遮断解除後，モニターには肺動脈楔入圧のような波形が表示されていたため肺動脈圧が表示されるまで PAC を少し引き抜いた。人工心肺離脱後しばらくして気管チューブ内に血性痰を認めるようになった。その後急激に酸素飽和度 (SpO₂) が 80% 台まで低下し酸素化が維持できなくな

たため人工心肺を再開した。まず気管支鏡での観察を試みたが出血で視野が確保できなかった。徐々に出血量が増加してきたため PAC による肺動脈損傷を疑い、PAC の先端バルーンを拡張し楔入状態で肺動脈造影を行ったが造影剤の漏出は確認できなかった (図 1)。さらに

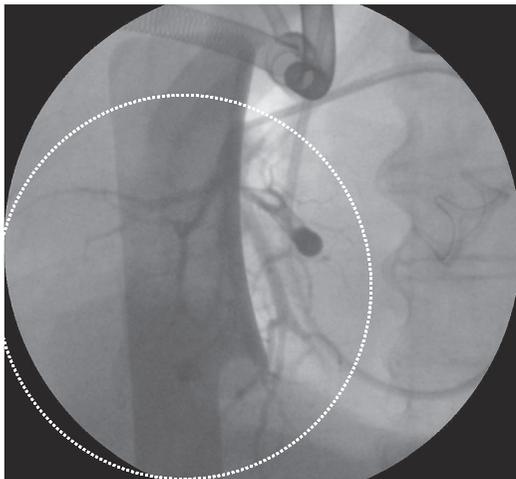


図 1 右肺動脈造影
右肺動脈下葉枝が造影されているが造影剤の漏出は認めない。

出血量が増加し始めたため出血点の同定はできなかったが PAC による肺動脈損傷の可能性が高いと判断し二腔式気管チューブへの入れ替えを行った。多量の出血、患者頭側の離被架やシート、経食道心エコーが挿入されている状況下に加え、気管支鏡では視野が確保できないため最終的に透視下にチューブの位置を調整しなければならず分離肺換気開始までに時間を要した (図 2)。ようやく左肺片肺換気を行うことができたが、タンポナーデ法では右肺からの出血コントロールは不十分で、次に positive end-expiratory pressure (PEEP) バルブを使用して右肺に 20 cm H₂O をかけた。肺動脈収縮期圧が 20~25 mmHg 程度であったためようやく出血がコントロールでき始めた。しかし自施設に呼吸器外科がないこと、血管内治療も直ちにできる状況ではなかったこと、気管内出血であり回収式自己血が使用できず院内の血液製剤の在庫にも限りがあったことからこれ以上の人工心肺の継続は困難と判断し、人工心肺を離脱しヘパリンを中和する方針とした。人工心肺停止後速やかにプロタミンを投与し、続いて新鮮凍結血漿、血小板を投与すると徐々に右肺からの

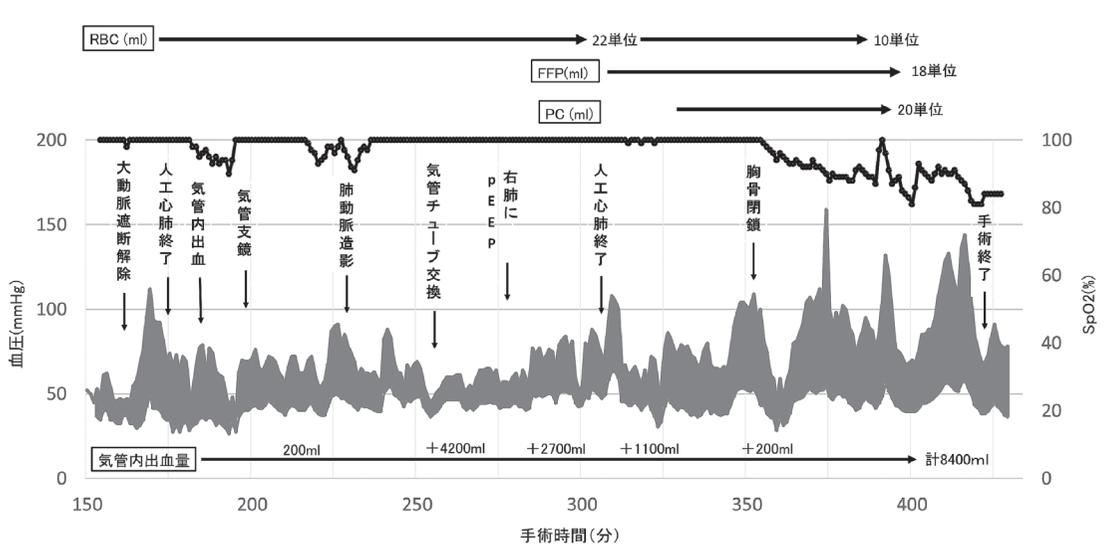


図 2 手術経過
RBC: red cell concentrate, FFP: fresh frozen plasma, PC: platelet concentrate, PEEP: positive end-expiratory pressure, SpO₂: saturation of percutaneous oxygen.

出血は減少し、片肺換気でなんとか酸素化も維持できたためそのまま閉胸し手術を終えた。

手術時間 7 時間 5 分，麻酔時間 8 時間 15 分，人工心肺時間 1 回目 2 時間 20 分，2 回目 2 時間 8 分，出血量 638 ml，気管内出血量 8400 ml，輸血量は濃厚赤血球液 4480 ml，新鮮凍結血漿 2160 ml，濃厚血小板 400 ml であった（図 2）。

術後経過

術後の胸部レントゲンにて右肺野に広範な浸潤影を認めた（図 3）。集中治療室入室後も軽度の肺出血が持続していたため、分離肺換気下に右肺高 PEEP（20 cm H₂O）を継続し、血液製剤の投与を適宜行いながら PEEP を徐々に下げていった。術翌日には循環動態は安定していたため PAC は抜去された。術後 4 日目に気管支鏡で活動性出血がないことを確認し、二腔式気管チューブを通常の気管チューブに入れ替えた。術後 6 日目に抜管，術後 7 日目に集中治療室を退室した。術後 28 日目に胸部造影 CT を撮影し、右肺動脈中葉枝に仮性動脈瘤を認めたことから（図 4. a, b），PAC による肺動脈損傷が原因と診断された。術中造影ではバルーンを拡張した状態で行い下葉枝が造影されたが、人工心肺中はカテーテルの先端が中葉枝に留置されていたと思われる。瘤内腔は血栓化し



図 3 術直後の胸部エックス線写真
右肺に強い浸潤影を認める。

ており破裂のリスクが低いこと、81 歳と高齢であることから患者家族に説明を行い経過観察の方針となり、術後 49 日目に退院となった。術後 9 か月の胸部 CT で仮性動脈瘤の消失を確認し、手術後 1 年以上経過しているが経過は良好である。

考 察

肺動脈損傷は PAC の重篤な合併症の一つで

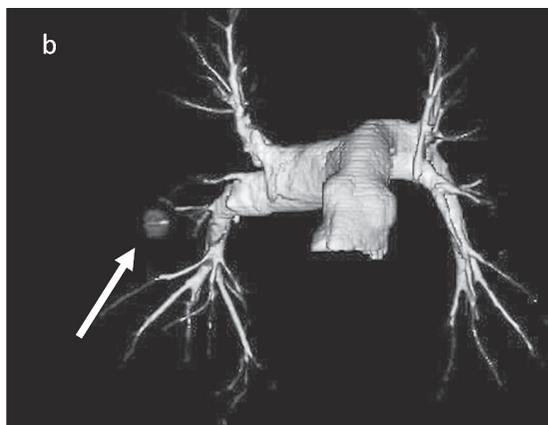
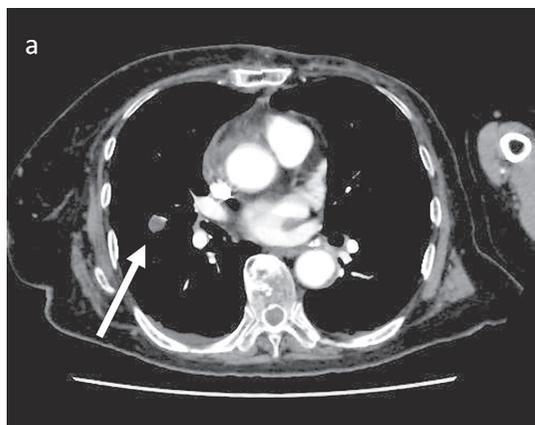


図 4 術後の胸部 CT 検査

- a) 胸部造影 CT 画像，矢印の部分に仮性瘤を認める。
- b) 肺動脈の 3DCT 画像，矢印の部分に仮性瘤を認める。

ある。その発生頻度は0.03~0.2%と非常にまれであるが死亡率は41~70%と非常に高いといわれている¹⁾²⁾。PACによる肺動脈損傷の原因は、手術操作や人工心肺中の胸腔内の虚脱によるカテーテル先端の過度な先進、カフの過膨張、温度変化によるPACの伸長などが考えられている¹⁾。本症例はPACによる肺動脈損傷の高リスク因子である高齢、女性、抗凝固薬、心臓血管手術という背景を有していた³⁾。過去の報告でも心臓血管手術に関連するものは多く、中でも人工心肺使用中の発生が半数以上という報告もある⁴⁾。

我々の施設ではPAC挿入は圧波形の確認と経食道心エコーガイド下に行っており、人工心肺確立後はPACを2~3 cm程度引き抜くようにしていたが、本症例では術後CTで仮性瘤は右肺動脈中葉枝、下葉枝の分岐部から40 mm程度抹消にみられたことから、理論的には人工心肺中は4~5 cm以上引き抜く必要があり、特に大動脈弁狭窄症などに心筋肥大により胸腔内が狭小化しているような場合は注意が必要である。

既報でも人工心肺離脱時に大量気管内出血をきたした同様の報告があるが⁶⁾⁷⁾、本症例ではそれらに比べてもはるかに多い8400 mlという大量出血をきたした。その原因として、気管支鏡で観察した際にたれ込みの影響と思われるが左右の気管支に多量の血液が確認されたことに加え、肺動脈造影でも出血点が見つからなかったことでPACによる肺動脈損傷を疑って止血対応をとるまでに時間を要したことが大きいと思われる。確かに手術手技的な問題として人工心肺再開後すぐに上下大静脈を遮断して完全体外循環を行い、右心系への血流できる限り制御していればここまでの出血にはならなかった可能性はあるが、PACを使用した心臓血管手術中に気管内出血を認めた場合はまず二腔式チューブへの交換や気管支ブロッカーを挿入し止血対応を行ってから原因検索を考えるべきであり、大量出血をきたしてからでは状況が困難になる。

PACによる肺動脈損傷の対応としては気管支

ブロッカーが有用であるという報告もあるが⁵⁾、出血量が多い場合には迅速にカフを病変気管支に留置することは困難であり、名村らはそのような状況下では二腔式チューブが有用であると報告している⁶⁾。本症例でも出血が非常に多く原因気管支の同定は困難であったため二腔式チューブを選択し、左右異なる換気条件で管理できたことが救命につながった。

肺動脈損傷の治療法に関しては肺葉切除や血管内治療、保存的治療まで報告によって様々であるが³⁾¹⁴⁾、過去の報告からも胸腔内穿破している症例では肺葉切除や血管内治療といった外科的治療が必要と考えられる⁴⁾⁷⁾⁸⁾¹¹⁻¹⁴⁾。しかし心臓手術中に生じた場合はさらなる肺葉切除の追加は侵襲が大きくかえって死亡率を高めるとい報告もあり³⁾、気管内出血が主な症例では保存的治療を選択し救命している症例も多い⁵⁾⁶⁾⁹⁾。血管造影室で発症した場合は速やかに血管内治療を行うことが可能であるが⁸⁾¹¹⁾、心臓血管手術中の発症では困難でありそれぞれの状況に応じて対応する必要がある。

本症例は8400 mlという大量気管内血を伴う損傷であったが外科的治療が行えない状況であったため保存治療を選択したが、幸い気道内圧管理と血液製剤の速やかな投与のみで止血を得ることができ、術後に補助循環も必要としなかった。確かに高気道内圧での管理については肺静脈損傷を伴う場合には左房内に空気が混入するという報告もあるが¹⁵⁾、心臓血管手術中では経食道心エコーによる観察が可能であり、またベントチューブによる対応も可能である。しかし外科的介入がない場合、本症例のように損傷部位に仮性瘤を形成する可能性があり、再出血を生じる可能性は45%程度という報告もあることから経過には注意が必要である¹⁶⁾。その一方で仮性動脈瘤は自然消失するという報告もあり¹⁷⁾¹⁸⁾、本症例も瘤内腔が血栓化していたことや患者が高齢であることから経過観察を選択し、術後9か月の胸部CT検査では仮性動脈瘤の消失を確認した。

PACによる肺動脈損傷の症例報告は散見されるが、頻度は非常にまれであり実際に経験を

有する医師は少ないと思われる。実際に大量出血を伴う肺動脈損傷に遭遇した場合、過去の報告に見られるような対応を迅速にとることは経験がなければ難しいと本症例を経験して感じた。PACを使用した心臓血管手術では、挿入から術中管理に至るまで細心の注意を払わず肺動脈損傷を起こさないことが重要であるが、常に肺動脈損傷のリスクを念頭におきその対応を想定しておくことも必要である。

本邦では心臓血管手術領域でPACを使用している施設は多く、我々の施設でも心臓血管手術は基本的に全症例でPACを使用している。心臓血管手術におけるPACの使用は術後アウトカムを改善しないという報告が多く¹⁹⁻²¹⁾、米国麻酔科学会も心臓血管手術におけるPACをルーティンで使用すべきではないとしている。

本症例を契機に我々の施設でも心臓血管手術におけるPACの使用適応を再考する必要があると考えている。

結 語

心臓血管手術中にPACによる肺動脈損傷を生じた際には、気管内出血であれば出血量にかかわらず低圧系からの出血であり、直ちに外科的処置を行えない状況では気道内圧の管理や血液製剤の投与などで保存的に止血が期待できる可能性がある。

本症例は日本麻酔科学会第62回関西支部学術集会にて発表した。

開示すべき潜在的利益相反状態はない。

文 献

- 1) Kearney TJ, Shabot MM. Pulmonary artery rupture associated with the Swan-Ganz catheter. *Chest*, 108: 1349-1352, 1995.
- 2) Ahmed SS, Akhtar MI, Kamal R. Frequency, indications and complications of pulmonary artery catheter insertion in adult open-heart surgery patients of tertiary care hospital. *J Ayub Med Coll Abbottabad*, 28: 793-797, 2016.
- 3) Sirivella S, Gielchinsky I, Parsonnet V. Management of catheter-induced pulmonary artery perforation: a rare complication in cardiovascular operations. *Ann Thorac Surg*, 72: 2056-2059, 2001.
- 4) 上松友希, 村田哲哉, 垂石智重子, 酢谷朋子, 高田基志, 鈴木 照. 肺動脈カテーテルによる肺動脈損傷が疑われた僧帽弁置換術の1症例. *麻酔*, 62: 200-203, 2013.
- 5) 生田剛士, 大迫茂登彦, 甲斐沼孟, 入江 寛, 藤井弘史, 清水幸宏. 人工心肺離脱後の大量気道出血に対して気管支ブロッカーによる選択的気管内タンポナーデ法が有効であった1例. *日心臓血管外会誌*, 38: 235-238, 2009.
- 6) 名村 理, 島田晃治, 大関 一. 僧帽弁形成術の人工心肺施行中に発生した大量気道内出血の1救命例. *日心臓血管外会誌*, 39: 276-280, 2010.
- 7) 谷川義則, 松本浩一, 三溝慎次, 山田友子, 野口亜紀子. 肺動脈カテーテルによる肺動脈損傷が原因と考
- えられた大量の気管内出血をきたした1症例. *臨麻*, 35: 50-52, 2011.
- 8) 中谷秀隆, 土肥直文, 林 照剛, 藤田泰三, 橋本俊雄, 土肥和紘, 酢谷俊夫, 平井 純. Swan-Ganz カテーテルによる肺動脈損傷の1例. *J Nara Med Ass*, 51: 186-190, 2000.
- 9) 吉田光剛, 瀬尾勝弘, 板谷美和, 村中健二, 角本眞一, 宮脇 宏. 肺動脈カテーテルにより肺動脈損傷をきたした3症例. *日臨麻会誌*, 22: 39-43 2002.
- 10) 東山将大, 竹中裕史, 川崎成章, 石黒太志, 重光希公生, 横山幸房. 肺動脈カテーテルによる肺動脈損傷の1例. *日呼外会誌*, 31: 709-715, 2017.
- 11) 呉原弘吉, 平井勝治, 梁 宗哲, 下村敏行, 古家 仁, 奥田孝雄. Swan-Ganz カテーテルにより肺動脈出血をきたした右肺上・中葉切除術を施行し救命し得た1症例. *ICUとCCU*, 15: 1093-1097, 1991.
- 12) 金本匡史, 松本直樹, 志賀達哉, 橋原 創, 大川牧生, 日野原宏, 國元文生, 齋藤 繁. 肺動脈カテーテル検査に合併した肺動脈損傷・仮性肺動脈瘤形成に対してコイル塞栓術を施行し, 救命し得た一症例. *日集中医誌*, 19: 237-240, 2012.
- 13) Ferretti GR, Thony F, Link KM, Durand M, Wollschläger K, Blin D, Coulomb M. False aneurysm of the pulmonary artery induced by a Swan-Ganz catheter: clinical presentation and radiologic management. *Am J Roentgenol*, 167: 941-945, 1996.

- 14) Karak P, Dimick R, Hamrick KM, Schwartzberg M, Saddekni S. Immediate transcatheter embolization of Swan-Ganz catheter-induced pulmonary artery pseudoaneurysm. *Chest*, 111: 1450-1452, 1997.
- 15) Stratmann G, Benumof JL. Endobronchial hemorrhage due to pulmonary circulation tear: separating the lungs and the air from the blood. *Anesth Analg*, 99: 1276-1279, 2004.
- 16) John D. Urschel, P. David M. Catheter-induced pulmonary artery rupture in setting of cardiopulmonary bypass. *The Society of Thoracic Surgeons*, 56: 585-591, 1993.
- 17) You CK, Whatley GS. Swan-Ganz catheter-induced pulmonary artery pseudoaneurysm: a case of complete resolution without intervention. *Can J Surg*, 37: 420-424, 1994.
- 18) Sugiyama D, Ikeno S, Tsuchihashi T, Yokota S, Ina H, Kono T, Yamashita K, Kawamata M. Pulmonary alveolar hemorrhage from a pulmonary artery false aneurysm after Swan-Ganz catheterization in a thoracic aortic aneurysm patient: a case report. *Korean J Anesthesiol*, 67: 346-349, 2014.
- 19) Schwann NM, Hillel Z, Hoefl A, Barash P, Möhnle P, Miao Y, Mangano DT. Lack of effectiveness of the pulmonary artery catheter in cardiac surgery. *Anesth Analg*, 113: 994-1002, 2011.
- 20) Chiang Y, Hosseinian L, Rhee A, Itagaki S, Cavallaro P, Chikwe J. Questionable benefit of the pulmonary artery catheter after cardiac surgery in high-risk patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 29: 76-81, 2015.
- 21) Xu F, Wang Q, Zhang H, Chen S, Ao H: Use of pulmonary artery catheter in coronary artery bypass graft. Costs and long-term outcomes. *PLoS One*, 10: e0117610, 2015.