

# JSEPTIC クイズ第 25 弾

(2022 年 6 月実施)

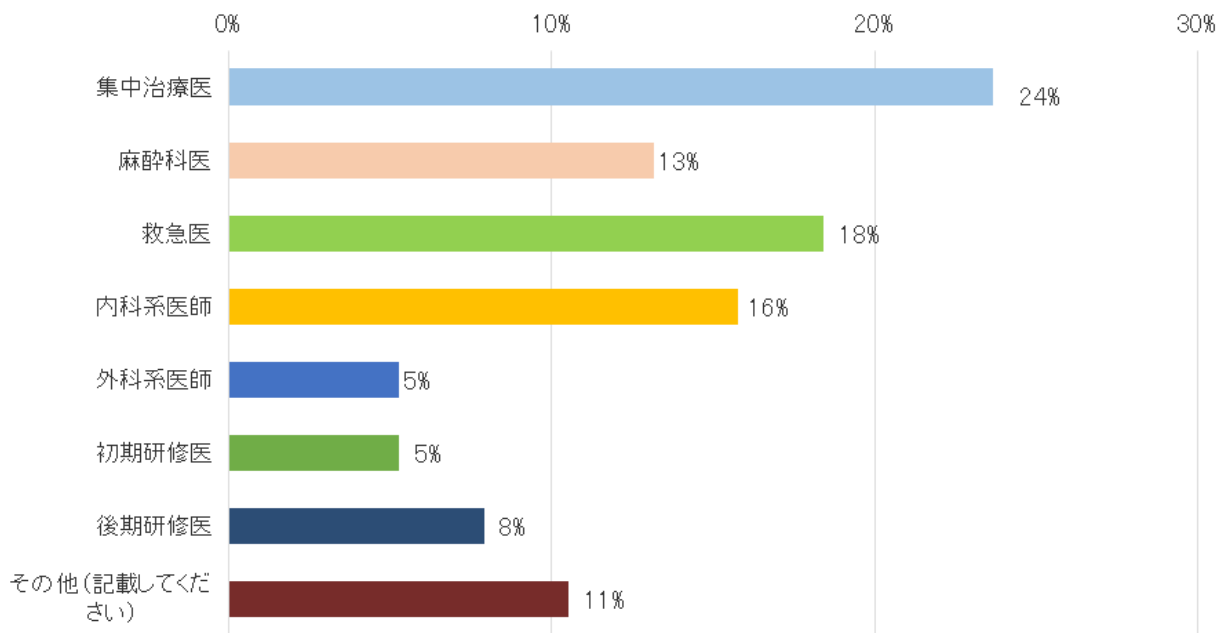
J S E P T I C 症例クイズ

クイズ作成者  
東北大学病院 麻酔科  
岩崎 夢大

## 解答と解説

今回は2022年7月10日の時点で38名の方が解答してくださいました。問題と皆様の解答、正答および解説を掲載いたします。

### <解答者内訳>



※その他（具体的に）

- ・臨床工学技士（CE） 2
- ・薬剤師
- ・診療看護師（NP）

以下の症例についてのクイズに教えてください。

【症例】 68 歳男性 身長 168 cm 体重 71 kg

【現病歴】 当院入院 4 ヶ月前に急性心筋梗塞 (LAD #6)、心原性ショックを発症し、他院にて IABP 挿入の上 PCI を施行した。一度 IABP は離脱したが、その後心不全が増悪し、虚血性心筋症並びに虚血性 MR に対して以下の手術を施行した。

入院 3 カ月前 : on pump beating CABG (LITA-LAD, RITA-RAD, Ao-SVG-HL-LCX)

入院 2 か月前 : MVP

しかし術後も十分に心不全コントロールがつかず、カテコラミン減量ができなかった。人工呼吸や IABP の機械補助は不要となったが、それらの外科的治療を行っても強心薬の依存状態は改善せず、自宅退院が不可能であり、追加治療の目的で当院に転院搬送となる。

【既往歴】 高血圧、高尿酸血症で内服加療中

【社会歴】 心筋梗塞発症まで喫煙 20 本×40 年、機会飲酒

【転院時内服薬及び使用薬剤】

強心薬 : DOB 4.6 γ, ミルリノン 0.25 γ,

内服薬 : エナラプリル 2.5mg, ビソプロロール 1.25mg, スピロノラクトン 25mg, イバブラジン 10mg, アミオダロン 200mg, アゾセミド 30mg、ダパグリフロジン 10mg

【入院時バイタルサインと検査所見】

BP 96/75 mmHg, HR 67/min (Sinus rhythm), RR 16/min, SpO2 98% (O2 2L), BT 36.8 度

<肺動脈カテーテル検査>

CVP 12mmHg, PAWP 18mmHg, PAP 33/10mmHg (mean 19mmHg), Cardiac Index 2.4L/min/m<sup>2</sup>

<経胸壁心臓超音波検査>

LVEF 15%、左室は全周性に壁運動低下、LVDd 60mm, LVDs 52mm, 右室は RVEF 40%、三尖弁輪収縮期移動距離 (TAPSE) 17mm、右室 FAC 35%、Mild~moderate の大動脈弁狭窄症、MR mild~moderate、TR severe を認める。卵円孔開存などの明らかな shunt 病変は指摘されない。

<採血検査>

T-Bil 1.0mg/dl, Cre 1.1mg/dl と肝腎障害は認められない。それ以外の検査所見でも、明らかな異常所見は認められない。

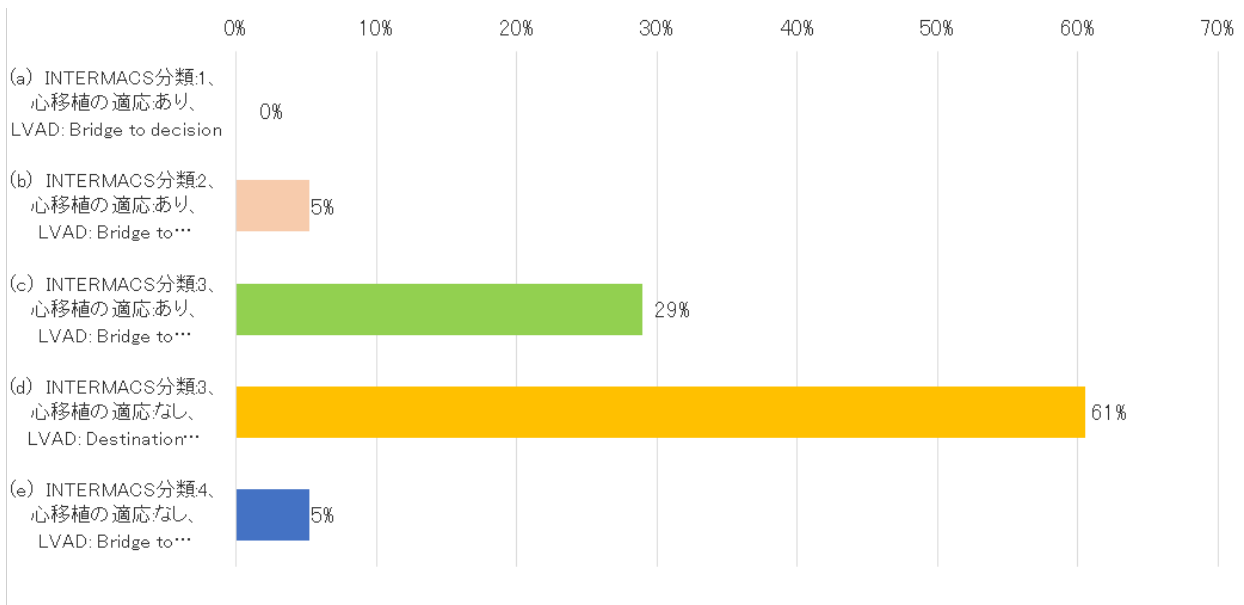
<CT 検査所見>

頭部 CT では脳梗塞・脳出血を認めない。体幹 CT では胸水貯留以外に特記すべき異常はない。グラフトの開存は良好。

Q1. 本症例の INTERMACS 分類、心移植の適応、植え込み型左心補助心臓装置(left ventricular assist device: LVAD)の適応に関して正しい組み合わせを1つ選んでください。

- (a) INTERMACS 分類:1、心移植の適応:あり、LVAD: Bridge to decision
- (b) INTERMACS 分類:2、心移植の適応:あり、LVAD: Bridge to candidacy
- (c) INTERMACS 分類:3、心移植の適応:あり、LVAD: Bridge to transplant
- (d) INTERMACS 分類:3、心移植の適応:なし、LVAD: Destination therapy
- (e) INTERMACS 分類:4、心移植の適応:なし、LVAD: Bridge to recovery

<皆様の解答>



## Q1. 解答・解説

正答：(d)

### 解説：

国際的には LVAD の適応は INTERMACS 分類を用いて規定される。日本では J-MACS 分類を用いて適応の判定がされるが、基本的には INTERMACS 分類と同等であると考えて良い。基本的にはレベル 1 には体外式 VAD, レベル 2~3 の症例には植え込み型 VAD の適応としている。

図 1：INTERMACS/J-MACS 分類

プロファイル	INTERMACS/J-MACS	状態	補助人工心臓の選択
1	重度の心原性ショック	静注強心薬の増量や機械的補助循環を行っても血行動態が安定しない状態	体外設置型
2	進行性の衰弱	腎機能や栄養状態・心不全が悪化し、静注強心薬の増量を要する状態	植込型
3	安定した強心薬依存	血圧低下・心不全や腎機能の悪化の懸念から、静注強心薬を中止出来ない状態	
4	安静時症状	一時的に静注強心薬から離脱出来るが、心不全増悪で再入院を繰り返す状態	植込型を検討 (致死性不整脈・それに伴う植込型除細動器の適正作動を繰り返す場合)
5	運動不耐能	身の回りのことは自ら可能だが、制限が高度で外出困難な状態	
6	軽労作可能状態	外出は可能だが、100m程度の歩行などごく軽い労作で心不全症状が生じる状態	
7	安定状態	100m程度の歩行は倦怠感無く可能で、最近6ヶ月以内の心不全入院がない状態	

(<https://www.cardio.med.tohoku.ac.jp/2020/jp/med/vad.html> より引用)

本症例では、機械補助は離脱し全身状態は安定し、肝障害や腎障害も認められなかった。しかし強心薬の離脱ができなかったため、本症例では INTERMACS 分類のプロファイル 3 に当てはまると考えられる。

心移植に関しては、65 歳未満であるため、60 代後半の本患者においては心移植の適応はない。LVAD の適応は以下である。

Bridge to decision (BTD)：重症心不全症例での血行動態安定化を目的として、救命のために体外設置型 VAD を装着することを指す。Impella®や central ECMO などの一時的機械補助を用いられた場合も BTD に含めることもある。

Bridge to transplantation (BTT)：元々日本では、心臓移植の登録基準を満たすものが植え込み型 LVAD の適応となっていた。原則として事前に日本循環器学会の適応判定を受けるか、自施設内適応判定を経て、日本臓器移植ネットワークに登録を済ませたのちに植え込み型 LVAD 治療を行うことができる。

Bridge to candidacy (BTC) : 心機能悪化に伴い腎機能・肝機能の悪化が起こることがあり、場合によっては LVAD 植え込み前に移植適応判定を下せない場合がある。BTT を目指して LVAD を植え込み全身状態が改善するのを待つことを BTC と呼ぶ。

Bridge to bridge (BTB) : BTD の目的で体外設置型 VAD を装着したのちに、心臓移植適応取得を経て植込型 LVAD に切り替えることを BTB と呼ぶ。

Bridge to recovery (BTR) : 劇症型心筋炎や周産期心筋症で心原性ショックに陥った症例に対して体外設置型 VAD を装着して、その後に原病回復を待つことをこのように呼ぶ。

Destination therapy (DT) : こちらの治療は 2021 年から日本でも正式に行われるようになった。移植適応にならない NYHA 分類Ⅳ度の重症心不全では、内科的治療のみでは 1 年生存率 25% と予後が悪く、LVAD の治療が予後を改善することが知られている。このような移植医療を目的としない LVAD 治療を DT と呼ぶ。

日本では元々植え込み型 VAD は心移植待機症例への適応、つまり BTT のみでしか適応がなかった。しかし HeartMate3® が 2021 年 5 月 1 日より Destination therapy の適応追加承認を取得したため、今後機械補助からの離脱が困難な症例に対しても LVAD 植え込み術が増加すると思われる。

DT の適応を以下に示す。除外基準として、肝腎機能が保たれていることと右心機能が保たれていることは LVAD の高い周術期成績のために必要である。また現段階では DT 実施可能施設は 7 か所に限られている (<https://j-vad.jp/dt-lvad/>参照)。徐々に実施施設が増えていくことが予想される。

図 2 : DT の症例選択基準

適応症例
<ul style="list-style-type: none"><li>・重症心不全に対する植込型補助人工心臓の適応基準が基本</li><li>・心臓としては移植が必要だが、心臓以外の理由により移植適応とならない成人（18歳以上）</li><li>・INTERMACS Profile 2～4であること</li><li>・J-HeartMate Risk Score*で low riskなど、年齢、腎機能、肝機能などに関するリスク評価が十分行われていること</li><li>・心疾患以外により規定される余命が5年以上あると判断されること</li><li>・退院後6ヵ月程度の同居によるサポート可能なケアギバーがいること（それ以後もケアギバー、もしくは公的サービスなどによる介護の継続が可能であることが望ましい）</li><li>・患者およびケアギバーがDTの終末期医療について理解し承諾していること</li></ul>
除外症例
<ul style="list-style-type: none"><li>・維持透析症例</li><li>・肝硬変症例</li><li>・重症感染症</li><li>・術後右心不全のため退院困難なことが予測される症例</li><li>・脳障害あるいは神経筋疾患のためデバイスの自己管理が困難なことが予測される症例</li><li>・その他医師が除外すべきと判断した症例</li></ul>

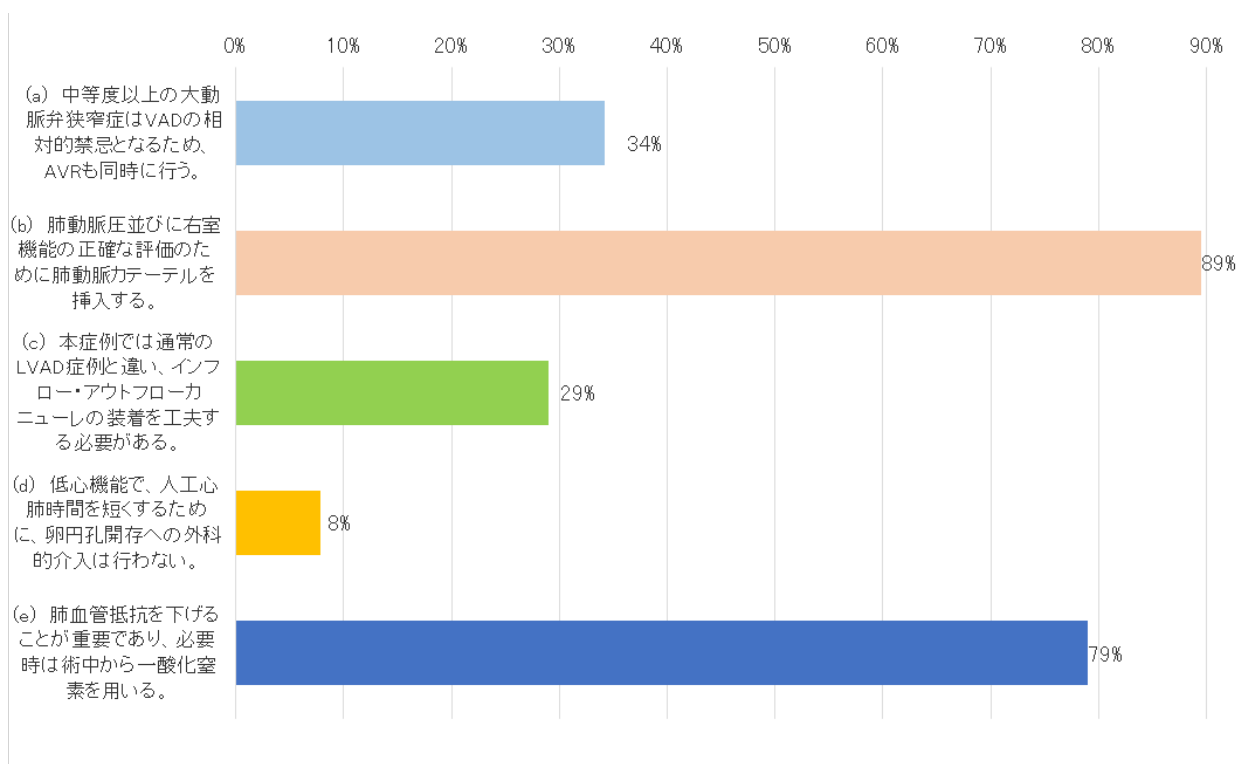
(chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2021/03/JCS2021\_Ono\_Yamaguchi.pdf より引用)

Q2. HeartMateIII®の植え込み術を行われることになった。術中管理において正しいものを全て選んでください。

- (a) 中等度以上の大動脈弁狭窄症はVADの相対的禁忌となるため、AVRも同時に行う。
- (b) 肺動脈圧並びに右室機能の正確な評価のために肺動脈カテーテルを挿入する。
- (c) 本症例では通常LVAD症例と違い、インフロー・アウトフローカニューレの装着を工夫する必要がある。
- (d) 低心機能で、人工心肺時間を短くするために、卵円孔開存への外科的介入は行わない。
- (e) 肺血管抵抗を下げるのが重要であり、必要時は術中から一酸化窒素を用いる。

<皆様の解答>

(複数解答)





## Q2. 解答・解説

正答：(b), (c), (e)

### 解説：

LVAD 装着術は胸骨正中切開の後に人工心肺を確立、心尖部へのカフ縫着、インフローカニューレとアウトフローグラフトの装着、ドライブラインを上腹部から体外に誘導する、という手術手技を完遂する必要がある ([Chung M. Perioperative Management of the Patient With a Left Ventricular Assist Device for Noncardiac Surgery. Anesth Analg. 2018 Jun;126\(6\):1839-1850. doi: 10.1213/ANE.0000000000002669.Figure1](#) 参照)。カフ装着の際には、心室中隔と平行に、かつ僧帽弁の方向にカフが向いていることを経食道心臓超音波検査で確認する。

大動脈弁への介入は大動脈弁閉鎖不全症がある際に行う。大動脈弁閉鎖不全症が残存している状況では、LVAD のフローが心内に逆流してしまうため、大動脈弁置換術を行う。僧帽弁・三尖弁逆流がある場合にはその手術を行うことに加え、卵円孔開存や心房中隔欠損などのシャントは必ず閉鎖することで、静脈血が全身に駆出されることを防ぐ。

LVAD が適切に機能するために必須であることは右室機能を保ち、右室からの心拍出を十分に保つことである。右室駆出量が左室の前負荷になるため、右室からの駆出なしでは LVAD はうまく機能しない。右室機能の把握のために経食道エコーでの評価はもちろん、肺動脈カテーテルでの右心機能や肺動脈圧を評価することは LVAD 手術においては必須である。心肺離脱時には、LVAD が十分機能するために右室の後負荷を下げて右⇒左への血液駆出を十分にすることがあり、術中から NO を使用することも必要である。

以上が通常の LVAD 挿入時における一般的な注意事項であるが、本症例では特に留意すべき注意点がある。それは再度の心臓手術、redo 症例であり、虚血治療のために内胸動脈や大伏在静脈がグラフトとして使用されている点である。心尖部へのカフ縫着のためには心臓の脱展が必要であり、癒着を慎重に剥離する必要がある。またグラフトを傷つけた際には再度心筋虚血が進行する可能性があり、特に右冠動脈灌流域のバイパスを損傷した場合には、右室機能が低下することで LVAD 術後に大きな影響を及ぼすと考えられる。さらにアウトフローグラフトの縫着個所にも注意が必要だ。本来の縫着部位には大伏在静脈のグラフトが縫い付けられており、末梢側か大動脈の側面に縫い付けるように工夫する必要がある。

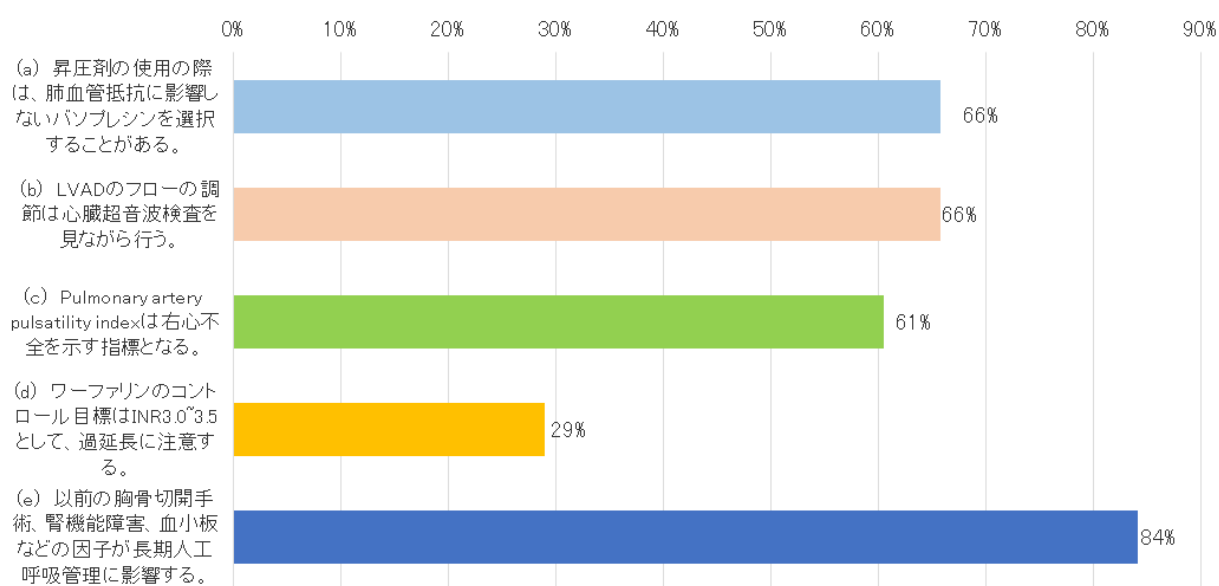
本症例では LVAD 取り付け並びに reMVP 並びに TAP を行った。redo 症例ということもあり、12 時間ほどの手術時間が必要であった。

Q3. 術後管理に関して正しいものはどれか、全て選んでください。

- (a) 昇圧剤の使用の際は、肺血管抵抗に影響しないバソプレシンを選択することがある。
- (b) LVADのフローの調節は心臓超音波検査を見ながら行う。
- (c) Pulmonary artery pulsatility indexは右心不全を示す指標となる。
- (d) ワーファリンのコントロール目標はINR3.0~3.5として、過延長に注意する。
- (e) 以前の胸骨切開手術、腎機能障害、血小板などの因子が長期人工呼吸管理に影響する。

<皆様の解答>

(複数解答)



### Q3. 解答・解説

正答：(a), (b), (c), (e)

#### 解説：

LVAD の術後は、右心機能の維持・肺血管抵抗を十分下げる・早期の人工呼吸離脱・出血コントロールがついた段階での早期の抗凝固療法再開、といった心臓手術術後管理を行う。他の心臓手術と比較して NO が使用される頻度は多いため、肺動脈圧を確認しながら NO の tapering に注意する。低血圧がある際には昇圧剤投与が必要となるが、ノルアドレナリンは肺血管抵抗を上昇させてしまうため、肺血管抵抗には影響しないバソプレシンを使用して管理を行うこともある。肺動脈カテーテルでの管理において、肺動脈圧の変化も重要であるが、Pulmonary artery pulsatility index (PAPi, sPAP-dPAP/mean RAP) が他の血行動態指標よりも優れていると注目されており、経時的変化も重要と考えられる。

肺血管抵抗を上昇させる原因としては人工呼吸そのものも挙げられ、PEEP 増加に伴い肺血管抵抗が上昇する。そのため早期人工呼吸離脱が求められるが、実際には低酸素血症・高二酸化炭素血症も肺血管抵抗に影響するため、人工呼吸離脱のタイミングは留意する必要がある。Redo の手術、腎機能障害、血小板などの因子は長期人工呼吸管理に影響することが先行研究で示されており、それらのリスク因子を有する症例においては術後管理に留意する必要がある。

術中管理でも重要だが、LVAD のフローの決定は心臓超音波検査を見ながら行うのが良い。左心・右心のバランスが取れていること、カフの向きが心臓中隔と平行にかつ僧帽弁の方向に向いていることを確認しながらフローを調整する。フローを増やし過ぎると左室からの脱血が増えすぎることによって心臓中隔が左室側に shift してしまい、LVAD に影響する可能性がある。大動脈弁が完全閉鎖していると大動脈弁に血栓形成される可能性があり、数心拍ごとに開放していることも確認する。

HeartMate3®はローターを磁気で浮上させることで非接触型にしており、血栓形成が HeartMate II®よりも起こりにくいことが知られている。抗凝固目標も今までよりかなり緩やかなものになっている。PT-INR の目標値は 2.0-2.5 と今までのデバイスよりも低めの INR 管理で良いのが、術後出血合併症を減らすことに寄与している。

本症例では術翌日に再開胸止血、再開胸手術翌日よりヘパリン開始と経管栄養を開始した。術後 3 日で NO 離脱、フロー 4900rpm で MAP 70 程度、PAP 25/12 mmHg, CVP 10mmHg, PAPi 1.3、採血検査上も右心不全の兆候は認められず SBT、SAT もクリアし抜管した。十分な尿量も確保でき全身状態安定したため術後 7 日目で ICU を退室した。約 3 カ月の入院期間の後に自宅退院し、合併症なく生活を送っている。

#### Take home message

- ・LVAD 植え込み手術は、心臓移植に関連のある一部の病院でしか行わない治療のひとつであった。
- ・しかし Destination therapy の適応追加がされたことで、治療反応が得られない心不全に対して外科的治療が追加されたことで、LVAD 植え込みの症例数が今後増加することが予想される。
- ・心不全に対しての Destination therapy は Redo 症例が多い可能性があり、手術の難易度も極まるとともに術後管理もより一層綿密なものが求められる。

#### 参考文献

- 1, The University of Alabama at Birmingham. STS National DatabaseTM. <https://www.uab.edu/medicine/intermacs/>
- 2, 2021 年改訂版重症心不全に対する植込型補助人工心臓治療ガイドライン JCS/JSCVS/JATS/JSVS 2021 Guideline on Implantable Left Ventricular Assist Device for Patients with Advanced Heart Failure
- 3, 2016 年版心臓移植に関する提言 Statement for heart transplantation (JCS 2016)
- 4, Anderson M, Morris DL, Tang D, et al. Outcomes of patients with right ventricular failure requiring short-term hemodynamic support with the Impella RP device. J Heart Lung Transplant 2018; 37: 1448-1458. PMID: 30241890
- 5, Rose EA, Gelijns AC, Moskowitz AJ, et al. Randomized Evaluation of Mechanical Assistance for the Treatment of Congestive Heart Failure (REMATCH) Study Group. Long-term use of a left ventricular assist device for end-stage heart failure. N Engl J Med 2001; 345: 1435-1443. PMID: 11794191
- 6, Feldman D, Pamboukian SV, Teuteberg JJ, et al. The 2013 International Society for Heart and Lung Transplantation Guidelines for mechanical circulatory support: executive summary. J Heart Lung Transplant 2013; 32: 157-187. PMID: 23352391
- 7, Argenziano M, Choudhri AF, Moazami N, Rose EA, Smith CR, Levin HR, Smerling AJ, Oz MC. Randomized, double-blind trial of inhaled nitric oxide in LVAD recipients with pulmonary hypertension. Ann Thorac Surg. 1998 Feb;65(2):340-5. doi: 10.1016/s0003-4975(97)01307-6. PMID: 9485226.
- 8, Zamanian RT, Haddad F, Doyle RL, Weinacker AB. Management strategies for patients with pulmonary hypertension in the intensive care unit. Crit Care Med. 2007 Sep;35(9):2037-50. doi: 10.1097/01.ccm.0000280433.74246.9e. PMID: 17855818.

- 9, Gerstein NS, Choi C, Henry A, et al. The year in perioperative echocardiography: Selected highlights from 2018. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2019; 33: 2431-2444. PMID: 31076310
- 10, Silverton NA, Patel R, Zimmerman J, et al. Intraoperative transesophageal echocardiography and right ventricular failure after left ventricular assist device implantation. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2018; 32: 2096-2103. PMID: 29555387
- 11, Papathanasiou M, Mincu RI, Lortz J, Horacek M, Koch A, Pizanis N, Kamler M, Rassaf T, Luedike P. Prolonged mechanical ventilation after left ventricular assist device implantation: risk factors and clinical implications. *ESC Heart Fail.* 2019 Jun;6(3):545-551. doi: 10.1002/ehf2.12428. Epub 2019 Mar 12. PMID: 30861636; PMCID: PMC6487691.
- 12, Zamanian RT, Haddad F, Doyle RL, Weinacker AB. Management strategies for patients with pulmonary hypertension in the intensive care unit. *Crit Care Med.* 2007 Sep;35(9):2037-50. doi: 10.1097/01.ccm.0000280433.74246.9e. PMID: 17855818.
- 13, Morine KJ, Kiernan MS, Pham DT, Paruchuri V, Denofrio D, Kapur NK. Pulmonary Artery Pulsatility Index Is Associated With Right Ventricular Failure After Left Ventricular Assist Device Surgery. *J Card Fail.* 2016 Feb;22(2):110-6. doi: 10.1016/j.cardfail.2015.10.019. Epub 2015 Nov 10. PMID: 26564619.
- 14, Mehra MR, Uriel N, Naka Y, Cleveland JC Jr, Yuzefpolskaya M, Salerno CT, Walsh MN, Milano CA, Patel CB, Hutchins SW, Ransom J, Ewald GA, Itoh A, Raval NY, Silvestry SC, Cogswell R, John R, Bhimaraj A, Bruckner BA, Lowes BD, Um JY, Jeevanandam V, Sayer G, Mangi AA, Molina EJ, Sheikh F, Aaronson K, Pagani FD, Cotts WG, Tatroles AJ, Babu A, Chomsky D, Katz JN, Tessmann PB, Dean D, Krishnamoorthy A, Chuang J, Topuria I, Sood P, Goldstein DJ; MOMENTUM 3 Investigators. A Fully Magnetically Levitated Left Ventricular Assist Device - Final Report. *N Engl J Med.* 2019 Apr 25;380(17):1618-1627. doi: 10.1056/NEJMoa1900486. Epub 2019 Mar 17. PMID: 30883052.
- 15, Chung M. Perioperative Management of the Patient With a Left Ventricular Assist Device for Noncardiac Surgery. *Anesth Analg.* 2018 Jun;126(6):1839-1850. doi: 10.1213/ANE.0000000000002669. PMID: 29200070.