

特集 ■ 心原性ショック診療：エビデンスに基づく最適化への挑戦 ■ コラム

心原性ショック時の弁膜症介入
タイミングを見極める三浦 瑞樹 MIURA, Mizuki, 片岡 明久 KATAOKA, Akihisa
帝京大学 内科学講座 循環器内科

はじめに 心原性ショック cardiogenic shock (CS) は急性心不全により臓器低灌流をきたす致死的状态であり、重症度に応じて SCAI (Society for Cardiovascular Angiography and Interventions) 分類 A ~ E に層別化される¹⁾ (図1)。特に SCAI 分類 C (Classic) は昇圧薬や機械的循環補助を要する典型的ショック状態、SCAI 分類 D (Deteriorating) は初期治療に反応せず悪化しつつある段階を指す。こうした段階の心原性ショック患者では、基礎にある弁膜症の有無が血行動態と予後に大きく影響する。

本稿では、最新のエビデンスをもとに、心原性ショック (特に SCAI 分類 Stage C・D) における弁膜症治療のタイミングと戦略について検討する。

キーワード
SCAI 分類
大動脈弁狭窄症
僧帽弁閉鎖不全症
機械的循環補助

大動脈弁狭窄症に対する
治療のタイミング

この後どのように対応するべきか？

- ① 緊急バルーン大動脈弁拡張術 balloon aortic valvuloplasty (BAV)
- ② 緊急外科的大動脈弁置換術 surgical aortic valve replacement (SAVR)
- ③ Impella® を挿入する
- ④ 昇圧薬を使用しながら全身状態を整える

American Heart Association/
American College of Cardiology
(AHA/ACC) が2020年に発表した
ガイドライン²⁾では、表1を大動脈
弁狭窄症 aortic stenosis (AS) の治
療タイミングとして挙げられている。

本症例は有症候性の重症 AS で治
療適応としては Class I に該当する。

図1 SCAI 分類
(文献1より許可を得て転載)

流用 (intensivist 16-2 176ページ 図1)

大動脈弁狭窄症に対する
治療の方法

前述の治療介入の適応がある場合、
治療法は大きく、TAVR, SAVR が
挙げられるに分けられる。

TAVR は、周術期リスクが高く
SAVR の適応とならない手術リスク
の高い患者群に対して、開胸や人工
心臓を必要としない、より低侵襲な
治療として開発されてきた³⁻⁵⁾。
2002年のフランスの Rouen 大学
循環器内科の Cribier ら⁶⁾ によっ
て first-in-man が施行されて以来、世
界中で急激に広まった。日本では
2013年10月に保険償還され、2025
年3月14日現在3種類の弁が使用
できる。

当初 TAVR の適応は、SAVR 施行
不能もしくは SAVR リスクの高い
有症候性重症 AS 患者とされてきた
が、TAVR 治療技術の進歩に伴い、
より SAVR リスクの低い患者へ適
応が拡大されている。

現状 TAVR, SAVR の選択は、年
齢、個々の外科弁・TAVR 弁の耐久
性データ、SAVR 手術リスク、
TAVR 手術リスク、解剖学的特徴、
併存疾患、フレイル、同時に必要な
手術を鑑み、ハートチームで総合的
に評価し決定する。現在の TAVR に
おける課題は、10年を超える生体
弁の耐久性データが不足しているこ
とである。年齢基準の目安として平
均余命も考慮のうえ、日本のガイド
ライン⁷⁾では、80歳以上は TAVR、
75歳未満は SAVR とされている。

TAVR の手術戦略、デバイス選択、
サイズ選択を行うに当たり、心電図
同期下造影 CT が非常に重要であり、

Class I	・有症候性の重症 AS *1 の患者 ・無症候の重症 AS で LVEF 50%未満の患者 ・他の適応症により心臓手術を受ける、無症候性の重症 AS 患者
Class II a	・無症候の重症 AS で、手術リスクが低く、運動負荷で運動耐容能の低下もしくは収縮期血圧の10mmHg以上の低下をきたす患者 ・無症候の超重症 AS *2 で手術リスクの低い患者 ・無症候の重症 AS で、手術リスクが低く、BNP が正常値の3倍を超える患者 ・無症候で、高圧差の重症 AS を有し、経時的検査で大動脈血流速度が年間0.3m/sec以上増加した手術リスクの低い患者
Class II b	・無症候で、高圧差の重症 AS を有し、連続3回以上の画像検査で LVEF が60%未満へと徐々に低下している患者 ・他の適応症で心臓手術を受ける、中等症 AS 患者

*1 peak velocity ≥ 4 m/sec の AS だけでなく、low-flow-low gradient (LFLG) AS (peak velocity < 4 m/sec, <大動脈>弁口面積 aortic valve area (AVA) ≤ 1.0 cm² の内、classical LFLG AS (EF $< 50\%$, ドプラー血流心エコー陽性), paradoxical LFLG AS (LVEF $\geq 50\%$, AVAI ≤ 0.6 cm²/m², SVI < 35 mL/m²) も含まれる。
*2 超重症 AS は peak velocity ≥ 5 m/sec, 平均圧差 ≥ 60 mmHg, AVA < 0.6 cm² と定義される。
BNP: 脳性ナトリウム利尿ペプチド

CT を行うことでより安全に TAVR
を施行できる⁸⁾。心原性ショックを
伴う重症大動脈弁狭窄症において緊
急心電図同期下造影 CT が施行でき
れば、そのうえで緊急 TAVR を行
うのが好ましい。ただし、緊急心電
図同期下造影 CT が容易に行えない
施設も少なくない。その場合、単純
CT で大動脈弁の石灰化やアクセス
血管を評価し、術中経食道心エコー
検査 (挿管されている場合) で大動
脈弁複合体の計測によりデバイスの
種類・サイズを選択し、TAVR を行
うこともある。

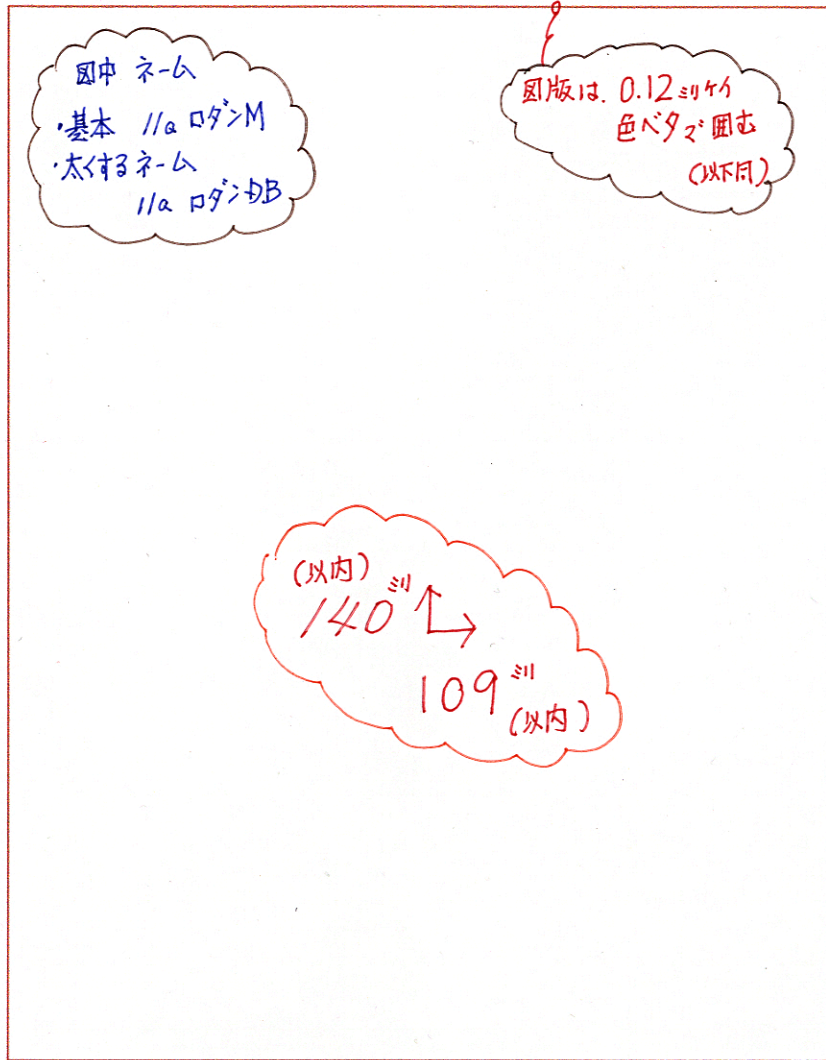
米国の大規模レジストリ (STS/
ACC TVT registry) 解析⁹⁾ では、
全 TAVR 症例の約1.6%が施行時に
心原性ショックの状態であり、これ
ら患者でもデバイス成功率97.9%
と高く、生存者は1年後の予後良
好であった。また、ショック合併群
は非ショック群に比べ入院・30日・
1年死亡率が高かったものの (30

日死亡率12.8% vs. 4.9%, 1年死
亡率29.7% vs. 22.6%), 30日を
生存した後の予後は非ショック例と
差がなくなることが示された (図2)。

日本でも緊急 TAVR の実現可能性
が示されている¹⁰⁾。ただし1年死
亡率は緊急症例で有意に高く (22.8
% vs. 7.8%), 悪性腫瘍、アルブ
ミン値、血清クレアチニン値、尿出
率 (EF)、平均圧差が緊急症例で
の予後不良因子として示されている。

TAVR が行えない場合、BAV の
み緊急で施行し、状態を改善させ、
リハビリテーションを行う。BAV
の効果は限定的であることもあり、
最終的には心電図同期下造影 CT、
TAVR 施行を目指す。また SAVR、
TAVR とともにリスクが高すぎる場合
は、BAV のみ先行症状改善を目指
すという選択肢も残る。侵襲的治療
すべてのリスクが高い場合は緩和医
療を考慮する。

54 ■ 図2 心原性ショックの有無とTAVR後の予後
(文献9より許可を得て転載)



13

症例1 (つづき)

高用量のカテコールアミンを要する超重症大動脈弁狭窄症患者であり、緊急での大動脈弁への介入を考慮した。高齢であること、緊急で心電図同期造影CTが撮影できないこと、評価が不十分であることから、緊急BAVを施行し、状態の改善を目指す方針とした。経験上、高用量カテコールアミンを有する症例、機械的補助循環を有する症例は緊急BAVや緊急TAVRが考慮される。

本症例は、搬送同日に経大腿動脈アプローチで緊急BAVを施行した(図3, Inoue Balloon 18mm)。同

10.5a ロダンDB 色ベタ (以下同)

大動脈弁狭窄症(AS)とに合併する僧帽弁閉鎖不全症(MR)

高齢者では連弁膜症をもつ場合も少なくない。症例1のように重症ASで慢性的に左室に圧負荷がかかると、求心性肥大を起こし、徐々に左室収縮能、拡張能が低下する。さらに進行すると、左室リモデリングが生じ、僧帽弁輪が拡大することで僧帽弁閉鎖不全症 mitral regurgitation (MR) を呈する。また、ASは高齢者に多く、同時に加齢に伴う弁変性を僧帽弁にきたすこともある。この場合、器質的要素が合併してMRが生じることがある。ASにMRが合併することでさらに血行動態が不安定になる。

日本のレジストリ研究¹¹⁾においてもTAVI患者の9.1%で中等症以上のMRを認めた。TAVI時に中等度以上のMRがあると全死亡、心臓死、心不全入院のリスクが上昇するが、TAVIでASを解除することで、約3/4の人はMRが改善した。MRが改善しない場合は心不全入院のリスクを上げることが示されており、その場合、TAVI後慢性期に経カテーテル的僧帽弁接合不全修復術 mitral transcatheter edge-to-edge repair (M-TEER) が検討される。

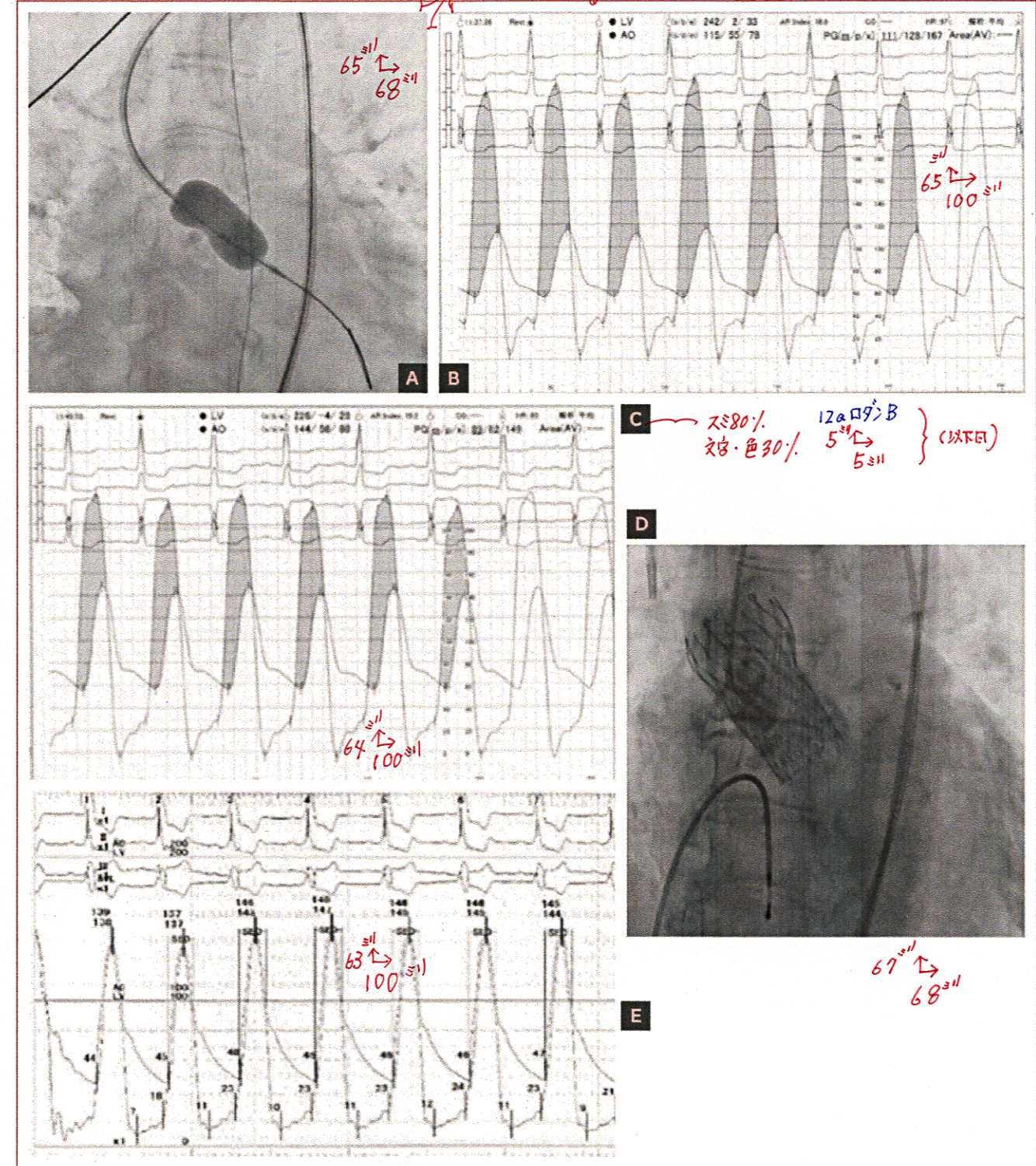
症例2

心サルコイドーシスにて、プレドニゾロン、フロセミド、カルベジロール、イミダプリル、エンバグリフロジン、スピロノラクトン内服中の63歳の女性。呼吸苦、食思不振、血圧低下にてかかりつけ医に搬送された。

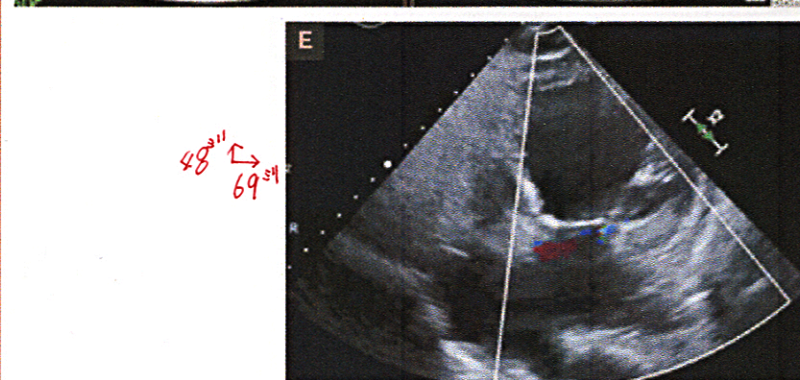
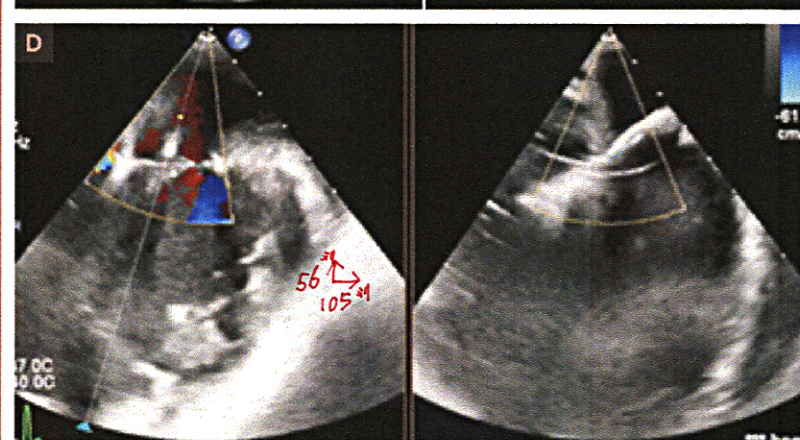
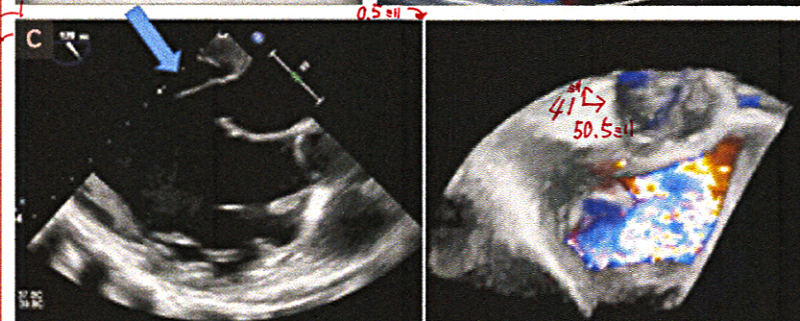
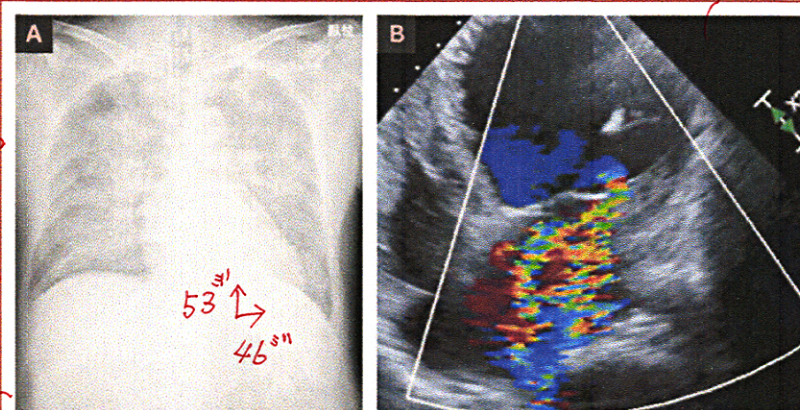
搬送時血圧76/44mmHg、心拍数137/min、SpO₂ 75% (室内気)であった。聴診上 coarse crackle、

54 ■ 図3 症例1の所見

- A: 緊急BAV。Inoue Balloon 18mm 使用した。
- B: BAV前の同時圧(大動脈圧・左室圧)。
- C: BAV後の同時圧。BAV後に圧較差の改善を認める。
- D: transfemoral TAVR。Evolut FX 26mm が植え込まれた。
- E: TAVR後の同時圧。圧較差の著明な改善を認める。



- 5H> 図4 症例2
- A: 胸部X線で肺うっ血を認めた。
 B: 経胸壁心エコー検査で低左心機能, tetheringによる重症機能性MRを認めた。
 C: 経食道心エコー検査では tetheringし翻った後尖とA2/P2 centerと両 indentationからの逆流ジェットを認めた。
 D: 経食道心エコー検査ガイドでM-TEERを施行された。
 E: 術後経胸壁心エコー検査で著明なMRの改善を認めた。



胸部X線では全肺野で肺うっ血像を認めた。採血はAST 326IU/L, ALT 284IU/L, Cre 2.9mg/dL (入院前は0.9mg/dL)と、肝腎機能障害を認めた。心エコー検査では、左室拡張末期径 (LVEDD) が76mm, 左室収縮末期径 (LVESD) が70mm, LVEF 33%で後尖の tetheringによる重症機能性MRを認めた(図4)。挿管・人工呼吸器管理としICU入室の方針とした。

●この後どのように対応すべきか?

- ①カテコラミンの使用を開始する
- ②Impellaを挿入する
- ③心臓外科に相談する
- ④僧帽弁接合不全修復術 (M-TEER)を検討する

僧帽弁閉鎖不全症(MR)に対する治療のタイミング・治療方法

MRの治療適応は、器質性(弁そのものの異常)か機能性かで異なる。AHA/ACC2020年のガイドライン²⁾では、表2をMRの治療(インターベンション)タイミングとして挙げられている。

症例2(つづき)

薬物療法にもかかわらず、非虚血性心疾患による低左心機能、機能性重症MRを呈し、心不全増悪、低拍出症候群を呈している。ドブタミン持続静注にて治療を開始された。状態はすみやかに改善し、人工呼吸器離脱・抜管、リハビリテーションも行われた。ただし、ドブタミンを漸減していく過程で心不全は増悪傾向であった。ハートチームカンファレンスで機能性MRへの治療介入が必要と判断された。低心機能で外科手術のリスクも高いことからAHA/ACC2020年のガイドライン²⁾に

表2 僧帽弁逆流症の治療(インターベンション)タイミング

	器質性	機能性
Class I	<ul style="list-style-type: none"> 重症MRで症状がある場合は、左心機能にかかわらず僧帽弁への介入が推奨 無症候の重症MRで左室機能低下が認められる場合(LVEF\leq60%またはLVESD\geq40mm)は手術が推奨 重症MRで手術適応がある場合、成功かつ耐久性のある修復が可能な場合には、僧帽弁置換術よりも僧帽弁形成術(修復術)が推奨 	
Class IIa	<ul style="list-style-type: none"> 無症候の重症MRで、LVEF\geq60%, LVESD\leq40mmの場合、残存MRなく、成功かつ耐久性のある修復が95%以上の確率で達成可能であり、かつ予想手術死亡率が1%未満である場合、弁膜症センターにおいて僧帽弁形成術を行うことは妥当 NYHA IIIまたはIVの重症MRで、外科手術高リスクもしくは手術不能である場合、僧帽弁の解剖学的条件がTEERに適応しており、かつ予後が少なくとも1年以上見込まれる場合、TEERを行うことは妥当 	<ul style="list-style-type: none"> 左室収縮機能障害(LVEF$<$50%)に関連する慢性の重症MRを有し、心不全に対する最適なGDMTを受けていてもNYHA II, III, IVの症状が持続している患者において、経食道心エコー検査で定義された適切な解剖学的条件を満たし、LVEFが20~50%, LVESD\leq70mm, 肺動脈収縮期圧\leq70mmHgである場合には、TEERを行うことは妥当 重症MRを有する患者において、心筋虚血に対する冠動脈バイパス術が行われる場合に、僧帽弁手術を行うことは妥当
Class IIb	<ul style="list-style-type: none"> 無症候の重症MRで、LVEF$>$60%, LVESD$<$40mmの場合、3回以上の連続した画像検査で左室の拡大が進行している、またはEFの低下がみられる場合には、修復術の成功や耐久性の可能性にかかわらず、僧帽弁手術を考慮 リウマチ性心疾患による有症候の重症MRにおいて、外科的治療が適応となる場合には、耐久性があり成功の見込める修復が可能であれば、経験豊富なチームによって包括的弁膜症センターで僧帽弁形成術を検討 	<ul style="list-style-type: none"> 左室収縮機能が保たれている(LVEF\geq50%)心房性輪部拡大による慢性重症MRを有し、心不全治療や合併する心房細動 atrial fibrillation (AF)・他の併存疾患に対する治療にもかかわらず、NYHA IIIまたはIVの症状が持続している患者においては、僧帽弁手術を考慮 左室収縮機能障害(LVEF$<$50%)に関連する慢性の重症MRを有し、心不全に対する最適なGDMTを受けていても、NYHA IIIまたはIVの症状が持続している患者においては、僧帽弁手術を考慮 冠動脈疾患を有し、左室収縮機能障害(LVEF$<$50%)に関連する慢性の重症MRを伴い、心不全に対するGDMTにもかかわらずNYHA IIIまたはIVの症状が持続しているために僧帽弁手術を受ける患者においては、downsized annuloplasty repairよりも、腱索温存による僧帽弁置換術を選択することは妥当である可能性がある。
Class III	<ul style="list-style-type: none"> 重症MRで弁尖の病変が後尖の半分未満に局限している患者においては、弁膜症センターで僧帽弁形成術が試みられ、それが不成功であった場合を除き、僧帽弁置換術は行うべきではない 	

GDMT: ガイドライン準拠治療, NYHA: New York 心臓協会

準じてM-TEERの方針となった(Class II a)。

経食道心エコー検査では僧帽弁A2/P2 centerと両 indentationからの逆流ジェットを認めた(図4)。全身麻酔、経食道心エコー検査ガイド下でMitraClip (Abbott Vascular社)を用いてM-TEERを施行し、1つ目のXTWをA2/P2 medialに留置した。lateralより残存逆流ジェットもあり、圧較差も問題なかったため、2つ目のXTWを1つ目のlateralに留置した。把持も十分に僧帽弁の改善(重症→軽症)を認め、圧

較差の上昇は認めなかった。

術後手術室で抜管、早期リハビリテーションを施行した。ドブタミン投与なくとも心不全症状は安定し、術後7日で自宅退院となった。

血行動態が破綻する前にMCSを導入することの意義

機械的循環補助 mechanical circulatory support (MCS) は、心原性ショック患者の循環維持と臓器灌流確保のための強力な手段である。血

行動態が悪化しSCAI分類CからDへ移行する局面では、薬物治療だけでは限界があるため、血行動態が完全に破綻する前にMCSを導入することが推奨される。MCSには大別して、経皮的左室補助装置 (Impella など)、大動脈内バルーンポンピング intra-aortic balloon pumping (IABP)、経皮的膜型人工肺 (VA-ECMO) がある。それぞれ適応・特徴が異なり、患者の状態に合わせた選択・組み合わせが重要である。

40
2
水
内

添用(以下同)

13.5a ロダンB (以下同)
16H (以下同)**大動脈弁狭窄症 (AS) で
ショックを呈している場合**

ASでショックを呈している場合にもMCSも考慮される。脈圧がある場合はImpellaがリーズナブルと考えるが、Impella挿入のためBAVが必要となることが多い。また、Impella挿入後TAVRをするためにはImpellaを抜去しなければならない。原則、緊急でTAVR、BAV、SAVR等、大動脈弁の介入を考慮するのがよいと考える。そのうえで、左室心筋の障害が進んだ例で、術後血行動態破綻をきたした場合にMCS導入するというのが現実的な使用場面と考える。遠方の弁膜症センターへ搬送しなければならないショック症例もMCS導入のよい適応だろう。

**僧帽弁閉鎖不全症 (MR) で
ショックを呈している場合**

MRでショックを呈している場合、器質性、機能的で異なる。

器質性の場合、急性MRでショックを呈して心不全が増悪していると想像される。その場合、僧帽弁への早期介入が理想であるが、MCSを導入し、血行動態、心不全を安定させてから僧帽弁への介入を行うことが手術成績を上げる可能性がある。Impellaは、その状況下で非常に有効と考える。一方で、機能的MRでショックを呈している場合は、MRだけの問題でなく、左室心筋の問題であることも多い。Impellaは効果は期待できるが、左室心筋

が問題である場合、Impellaを離脱できず、左室補助人工心臓や心臓移植を考慮しなければならない可能性もある。

故に、MCS導入の適応は、年齢、家族サポート、基礎疾患、心疾患（虚血性か非虚血性か、可逆性か非可逆性か）、患者希望等を含めて、慎重に検討されるべきである。

おわりに

心原性ショックと弁膜症合併における治療について述べた。カテーテル治療やMCSの発展に伴い、これまで救命できなかった超高リスク症例や高齢者の方も恩恵が受けられるようになってきた。さまざまな選択肢のなかでそれぞれ症例、状況に応じてオーダーメイドの治療が必要になってきた。また、心原性ショックと弁膜症合併における治療戦略においては十分な報告があるとはいえず、今後の研究結果が待たれる。

文献 参考色バツ

1. Baran DA, Grines CL, Bailey S, et al. SCAI clinical expert consensus statement on the classification of cardiogenic shock: this document was endorsed by the American College of Cardiology (ACC), the American Heart Association (AHA), the Society of Critical Care Medicine (SCCM), and the Society of Thoracic Surgeons (STS) in April 2019. Catheter Cardiovasc Interv 2019; 94: 29-37. PMID: 31104355
2. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA guideline for the management of patients with valvular heart disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on clinical

cal practice guidelines. J Am Coll Cardiol 2021; 77: 450-500. PMID: 33342587

3. Leon MB, Smith CR, Mack M, et al. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. N Engl J Med 2010; 363: 1597-607. PMID: 20961243

4. Smith CR, Leon MB, Mack MJ, et al. Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. N Engl J Med 2011; 364: 2187-98. PMID: 21639811

5. Mack MJ, Leon MB, Smith CR, et al. 5-year outcomes of transcatheter aortic valve replacement or surgical aortic valve replacement for high surgical risk patients with aortic stenosis (PARTNER 1): a randomised controlled trial. Lancet 2015; 385: 2477-84. PMID: 25788234

6. Cribier A, Elchaniyoff H, Bash A, et al. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. Circulation 2002; 106: 3006-8. PMID: 12473543

7. Izumi C, Eishi K, Ashihara K, et al. JCS/JSCS/JATS/JSVS 2020 guidelines on the management of valvular heart disease. Circ J 2020; 84: 2037-119. PMID: 32921646

8. Watanabe Y, Morice MC, Bouvier E, et al. Automated 3-dimensional aortic annular assessment by multidetector computed tomography in transcatheter aortic valve implantation. JACC Cardiovasc Interv 2013; 6: 955-64. PMID: 23954060

9. Goel K, Shah P, Jones BM, et al. Outcomes of transcatheter aortic valve replacement in patients with cardiogenic shock. Eur Heart J 2023; 44: 3181-95. PMID: 37350747

10. Kitahara H, Kumamaru H, Kohsaka S, et al. Clinical outcomes of urgent or emergency transcatheter aortic valve implantation—insights from the Nationwide Registry of Japan Transcatheter Valve Therapies. Circ J 2024; 88: 439-47. PMID: 36575039

11. Miura M, Yamaji K, Shirai S, et al. Clinical impact of preprocedural moderate or severe mitral regurgitation on outcomes after transcatheter aortic valve replacement. Can J Cardiol 2020; 36: 1112-20. PMID: 32470334