国内多施設参加レジストリデータからみた 虚血性心疾患に対する左室形成術の適応と限界

若狭 哲, 松居 喜郎, 重症心不全外科研究会

Satoru Wakasa, Yoshiro Matsui and SURVIVE registry: **Optimal indication and limitation of surgical ventricular reconstruction for ischemic heart failure.** J Jpn Coron Assoc 2017; 23: 125-129

I. はじめに

虚血性心筋症 (ICM) の治療に関する唯一の無作為比較対照試験 (RCT) である STICH trial の結果が 2009 年に報告され¹⁾, 冠動脈バイパス術 (CABG) に左室形成術 (SVR) を追加しても, CABG 単独施行に比して生命予後改善効果を認めないとする結果が示されて以降, 欧米の医学界は SVR の実施におおむね否定的である。それでも, SVR の経験を数多く有する RESTORE group からは, STICH trial の試験デザインの問題, 特に不適切な患者選択や不十分な施術 (容量縮小不十分) が指摘されるなど²⁾, その効果に関してはまだ一定の結論が出ていない。

こうしたなか, 日本胸部外科学会の意向によりわが国 11 施設が参加し, SVR に関する多施設共同研究が 2010 年に実施された。同研究は SVR 施行例のみを対象としており, STICH trial のように CABG 単独施行例と比較してその効果を分析するには不十分であったが, それまでは疾患の希少性から一部の high volume center をのぞけば各施設で少数例の解析しかできなかった SVR の効果を, 比較的大きなサンプル数で解析しわが国から発信することができた, という点で意味のある研究であったといえる。その後同研究を発展させる目的で重症心不全外科研究会が設立され, ICM に対する SVR 施行例のみならず, 広く重症心不全に対する外科治療症例を登録するレジストリデータベース (SURgical VentrIcular reconstruction for severe VEntricular dysfunction: SURVIVE レジストリ) が構築されるにいたった。本レジストリには, 2017 年 4 月時点で国内 22 施設が参加し, 1,600 例をこえる症例が登録されている (Fig. 1)。本稿では, SURVIVE レジストリデータの解析結果を用いて, SVR の適応と限界について考察したい。

II. 先行研究にみる SVR の適応と効果

SVR の適応は, 左室容量の拡大 (左室収縮末期容積係数 LV ESVI ≥ 60 ml/m²) と十分な大きさの瘢痕組織 (バイアビリティを有しない領域が左室全体の 35~40% 以上) を認める患者, と提唱されている²⁻⁴⁾。そしてさらに, 有効な SVR の条件として, 30% 以上の左室容量の減少を達成し, 術後の LV ESVI として 60 ml/m² 以下が得られることが肝要であるとされる。STICH trial はこれらの基準が十分達成されていないとして, その結果に多くの疑問が投げかけられた。

左室拡大や瘢痕組織量 (心筋バイアビリティの程度) が血行再建術の予後を悪化させる独立規定因子たりうるかに関しては, 過去数十年にわたりさまざまな研究がなされてきているが, いまだ証明されたい⁵⁾。White らは, 心筋梗塞後の左室拡大症例 (LV ESVI ≥ 60 ml/m²) で予後が不良であることを報告し⁶⁾, わが国でも Yamaguchi らが, 術前 LV ESVI ≥ 100 ml/m² の症例では血行再建術後の予後が不良であると報告している⁷⁾。また Senior らは, 瘢痕組織量が多くなる ($> 40\%$) と, 内科治療でも血行再建術でも予後が不良となると報告しており⁸⁾, Bax らは, LV ESV が大きくなるほど術後 EF の改善が見込めなくなる (バイアビリティが乏しくなる) こと, LV ESV と瘢痕組織量の双方が血行再建術後の心イベント発生率に影響することを報告している⁹⁾。

一方, STICH trial のサブグループ解析では, 内科治療 vs. CABG の比較でも, CABG vs. CABG+SVR の比較においても, 心筋バイアビリティの程度は予後に関して交互作用をもたないと結論づけている^{10, 11)}。また, 内科治療と CABG の比較においては, バイアビリティの程度に加えて, 左室容量も交互作用をもたないと報告がなされた¹¹⁾。Albackr らは, バイアビリティが予後に及ぼす影響に関して一定の結論が出ない原因として, (1) 試験のデザインや実施上の問題点, (2) 内科治療の進歩により血行再建術のメリットが小さくなりつつある可能性, (3) CABG の利点, バイアビリティのある心筋への血流回復ではなく, 将来的な虚血イベントの予防にある可能性, を指摘している¹²⁾。

STICH trial では, 左室拡大の程度やバイアビリティの評価

SURVIVE (SURgical VentrIcular reconstruction for severe VEntricular dysfunction) レジストリ

- 対象患者：心臓外科手術を受けた左室駆出率40%以下の患者，冠動脈病変の有無は問わない。
- 除外基準：心臓弁膜症が心機能低下の主たる原因である症例，心筋梗塞発症後3ヵ月以内の患者，補助人工心臓を初回手術で装着した患者。
- 登録患者数：1,660例（2017年4月現在）
虚血性 1,506例，非虚血性 151例，その他 3例

参加施設：22施設（順不同、敬称略）

・ 京都府立医科大学（夜久均）	・ 自治医科大学付属さいたま医療センター（山口敦司）
・ 大阪大学（澤芳樹）	・ 国立循環器病研究センター（小林順二郎）
・ 東京大学（小野稔）	・ 東京ハートセンター（磯村正）
・ 東北大学（齋木佳克）	・ 東京女子医科大学（山崎健二）
・ 京都大学（坂田隆造）	・ 東京医科歯科大学（荒井裕国）
・ 東海大学（長泰則）	・ 慶應義塾大学（志水秀行）
・ 千葉大学（松宮護郎）	・ 山口大学（濱野公一）
・ 榊原記念病院（高梨秀一郎）	・ 香川大学（堀井泰浩）
・ 倉敷中央病院（小宮達彦）	・ 金沢大学（竹村博文）
・ 名古屋大学（碓氷章彦）	・ 九州大学（富永隆治）
・ 野崎徳洲会病院（米田正始）	
・ 北海道大学（松居喜郎）【代表世話人・事務局】	

Fig. 1 SURVIVE レジストリ概要

以外にも，平均 19%と低い左室縮小率が問題となった²⁾。サブ解析において Michler らは，術後の LV ESVI 低下率が 30% 以上の場合には，それ未満の場合に比して予後が良好であったこと，また術後 LV ESVI が 70 ml/m² 以下の場合に CABG+SVR は CABG 単独に比して生命予後改善効果があったと報告している¹³⁾。また Isomura らは，SVR 施行例のうち，33% 以上の LV ESVI 縮小が得られ，術後 LV ESVI が 90 ml/m² 以下となった群で予後が良好であったことを¹⁴⁾，Di Donato らは，術後 LV ESVI が 60 ml/m² 以下の場合に SVR の予後がよいこと¹⁵⁾，これを達成するためには，術前 LV ESVI で 94 ml/m² 以下，左室拡張末期径で 65 mm 以下であることが望ましいと報告している¹⁶⁾。

これらの結果は，左室収縮率は単独の要因ではなく，術前後の LV ESVI も考慮しなければならないことを示唆している。左室縮小率や術後 LV ESVI には，SVR の機械的左室縮小効果に加えて，MR 改善による容量負荷の減少や，左室駆出率（LVEF）の改善といった要素が影響するため，SVR で十分に左室を縫縮すれば，どんなに大きな左室でも術後 LV ESVI を目標値以下にできるというわけではなく，同様の手技を施行しても症例によって左室縮小の程度は大きく異なってくる可能性がある。また，小さな左室では過縫縮を避けるためにサイザーやバルーンが使用されており¹⁷⁾，高い縮小率は必ずしも見込めない。

したがって，STICH trial の結果を，術前 LV ESVI ≥ 60 ml/m²，瘢痕化組織 40% 以上，ESVI 低下率 $\geq 30\%$ を達成していないから SVR の効果として評価に値しないと完全に否定するのではなく，こうした状況も含めさまざまな条件下での SVR の効果を検証し，多要因の解析からその有効性と

適応を検討すべきであろう。

III. 比較試験の限界と SVR 術後予後予測モデル

異なる治療を行う 2 群で比較試験を行う場合，さまざまな併存因子を統計学的に差がないように調整してから比較することになるが，群間の比較結果として有意差を認めなくても，個々のケースをみた場合に，それら併存因子の組み合わせによってはどちらかの治療選択肢がより望ましいという結果になる可能性がある。したがって，大きな群としてとらえた分析結果が必ずしも実臨床にすべて反映しない可能性も考慮に入れ，個々のケースが有するリスク因子に基づく治療予後予測結果から治療法を選択する，というアプローチも重要であろう。

われわれは，多施設研究のコホートから，SVR 施行群 596 例に関して，SVR 術後の予後予測モデルの構築を行った¹⁸⁾。多変量比例ハザードモデルを用いた解析により，4 つの予後予測因子を明らかにし，各症例においてリスクスコアを算出，低・中・高の各リスク群を形成して群間比較した（Table 1）。本コホートで施行された SVR は，Dor 手術 258 例，Batista 手術 14 例，SAVE 手術 184 例，overlapping 手術 62 例，linear closure 78 例で，単変量解析では各術式に有意差を認めなかった（ $P=0.39$ ）。また，LV ESVI は単変量解析において有意な予後予測因子（ $P=0.003$ ）であり，左室が大きいほど予後不良となる傾向を示したが，多変量解析では有意な因子とはならなかった。一方で，LV ESVI は各リスク群間で有意差を認め（低リスク群： 99 ± 41 ml/m²，中リスク群： 127 ± 51 ml/m²，高リスク群： 146 ± 53 ml/m²， $P<0.001$ ），LV ESVI とリスクスコアに相関があることが示された。したがって，左室の大

Table 1 多変量比例ハザードモデルに基づく SVR 術後予後規定因子

因子		ハザード比 (95%信頼区間)	ポイント
年齢	65 歳未満	1	0
	65 歳以上	1.91 (1.29-2.85)	2
INTERMACS 分類	レベル 1	4.54 (2.19-9.43)	4
	レベル 2	4.16 (1.79-9.67)	3
	レベル 3	2.71 (1.54-4.76)	2
	レベル 4	1.53 (0.90-2.60)	1
	レベル 5 以上	1	0
左室駆出率	20%未満	3.63 (1.49-8.82)	3
	20-40%	2.26 (0.97-5.27)	2
	40%以上	1	0
僧帽弁閉鎖不全症	I 度未満	1	0
	II 度	2.09 (1.25-3.50)	2
	III 度	2.08 (1.20-3.62)	2
	IV 度	5.09 (2.91-8.92)	4

リスクスコア=各ポイント合算値

低リスク群：リスクスコア 0～4，中リスク群：リスクスコア 5～6，高リスク群：リスクスコア 7～12

きさそのものというよりも、左室拡大例に併存する LVEF の低下や僧帽弁逆流 (MR) の重症化、心不全の進行といった要素がより重要であることが示唆された。実際、LV ESVI 90～120 ml/m² の症例に限定して各群を比較したところ、LV ESVI は各群で有意差がないにもかかわらず (低リスク群：105 ± 9 ml/m²，中リスク群：106 ± 9 ml/m²，高リスク群：105 ± 9 ml/m²，P=0.97)，術後生存率には群間に有意差を認めた (logrank P=0.004)。この結果は、たとえランダム化やプロペンシティスコアマッチングにより群間の因子をそろえたとしても、各因子の組み合わせによっては予後が異なってくる可能性があることを示しており、RCT のサブ解析で左室容量のみに注目する比較や、バイアビリティのみに注目する比較において、結果の読み方に注意が必要であることを示唆している。

IV. SVR 術後予後予測モデルの単独 CABG 症例への応用

われわれは、SURVIVE レジストリデータを使用して、前述の SVR 術後予後予測モデルが単独 CABG (±僧帽弁手術) 症例にも適用可能かを検討した。ICM に対する CABG 施行・SVR 非施行例 824 例で各リスク群 (低リスク群 602 例，中リスク群 160 例，高リスク群 62 例) を比較したところ、SVR 施行例と同様、各群の術後死亡率に有意な差が認められた (Fig. 2)。また、これらのうち術前 LV ESVI が評価可能であった 420 例について検討したところ、生存率 (logrank P<0.001)，LV ESVI (低リスク群：76 ± 31 ml/m²，中リスク群：97 ± 45 ml/m²，高リスク群：102 ± 48 ml/m²，P<0.001) とともに有意差を認めた。しかし、この 420 例を LV ESVI に基

Fig. 2 左室形成非施行群に対する SVR 術後予後予測リスクモデルの当てはめ
SVR: 左室形成術

づいて 3 群に分割し (≤ 64 ml/m² : n=145, $64 \sim 135$ ml/m² : n=135, >91 ml/m² : n=140) 比較したところ、各群の術後生存率に有意差を認めなかった (logrank P=0.30)。したがって、単独 CABG 群においても SVR 群と同様に、LV ESVI は術後生存率に関与するものの、独立予後規定因子ではなく、左室拡大に併存しやすい病態 (低 LVEF，重症 MR，高度心不全) が予後を規定していることが示唆された。

これらの結果は、左室の大きさそのものが CABG の予後予測因子ではない、すなわち左室の大きさのみでは CABG の限界は推し量れないということを示唆している。

V. LVEF と予後の関係からみる SVR の適応と効果

LVEF は虚血性心疾患患者に対する血行再建術後の予後規定因子の 1 つとして広く認知されるパラメータの 1 つである¹⁹⁾。正確には左室 1 回拍出量、ひいては心拍出量が評価されるべきであろうが、簡便に評価可能な項目として予後に強い相関を認めるという点では、LVEF は非常に有用なパラメータであるといえる。われわれのレジストリデータにおける多変量解析でも、LVEF は単独 CABG 後 (P=0.029) および SVR 後 (P=0.007) とともに有意な予後規定因子であることが示されている。

一方、術後の LVEF に関しては、SVR 後の予後とは有意な相関が認められたが (単変量比例ハザードモデル，P<0.001，ハザード比=0.95，95% 信頼区間=0.92-0.97)，単独 CABG 後の予後とは有意な関連が認められなかった (単変量比例ハザードモデル，P=0.11，ハザード比=0.98，95% 信頼区間=0.95-1.01)。また、術前後の LVEF 変化量に関しては、CABG 単独例 (P=0.23)，SVR 施行例 (P=0.50) とともに術後生存との関連を認めなかった。このことは、心筋バイアビリティの程度 (= LVEF の回復度合い) が予後と必ずしも相関しないこと、回復量よりもむしろ心筋の残存収縮力、つまり術後 LVEF の絶対値がより重要であることを示唆している。

Table 2 プロペンシティスコアを用いた SVR 施行・非施行例の術前・術中パラメータ

	CABG 単独 N=82	CABG+SVR N=82	P 値
年齢, 歳	65 ± 10	65 ± 10	0.89
男性, n (%)	75 (91%)	73 (89%)	0.79
冠動脈病変数	2.7 ± 0.7	2.6 ± 0.7	0.48
維持透析, n (%)	6 (7%)	4 (5%)	0.75
NYHA 分類	2.6 ± 0.8	2.6 ± 0.8	0.92
MR 重症度	1.3 ± 1.0	1.2 ± 0.7	0.86
LVEF, %	29 ± 8	30 ± 8	0.51
LV ESVI, ml/m ²	96 ± 47	91 ± 35	0.50
僧帽弁形成, n (%)	24 (29%)	16 (20%)	0.20
CABG 吻合数, 本	3.4 ± 1.3	3.4 ± 1.3	0.81
僧帽弁下手技, n (%)	6 (7%)	5 (6%)	1.0

CABG: 冠動脈バイパス術, LVEF: 左室駆出率, LV ESVI: 左室収縮末期容量係数, MR: 僧帽弁閉鎖不全症, NYHA: New York Heart Association, SVR: 左室形成術

特に SVR は、拡張した左室を小さくする手技であるため、LVEF の変化量ではなく、絶対値こそが左室縫縮後に必要十分な 1 回拍出量を維持するために重要なパラメータであるといえる。そこで、レジストリデータから、術前後の LVEF および LV ESVI が取得可能な、ICM に対する CABG 実施症例 323 例 (SVR 施行・非施行例含む) について、線形回帰分析を用いて術後 EF の予測因子を解析した。従属変数を術後 EF とし、独立変数として術前 LV ESVI, LVEF, SVR 施行, NYHA 分類, 僧帽弁手術施行, MR 重症度, 年齢, 性別, 僧帽弁下手技の実施, CABG 吻合数を投入, ステップワイズ法を用いて解析した結果、有意な予測因子となったのは、術前 LV ESVI ($P<0.001$), LVEF ($P<0.001$), SVR 施行 ($P=0.028$), NYHA 分類 ($P=0.015$), 僧帽弁手術施行 ($P<0.001$), 性別 ($P=0.047$) であった。予測式は以下のごとくである。

$$\begin{aligned} \text{術後EF} = & 23.9 + 0.57 \times \text{術前EF} - 4.61 \times \text{僧帽弁手術(施行=1, 非施行=0)} \\ & - 0.06 \times \text{術前LV ESVI} + 1.45 \times \text{NYHA分類} + 2.20 \times \text{SVR(施行=1, 非施行=0)} \\ & - 2.59 \times \text{性別(男性=1, 女性=0)} \end{aligned}$$

(モデル適合度: $R^2=0.50$)

この結果は、SVR を実施することで LVEF の改善が期待できることを示しているが、その効果は、低左心機能症例に対する僧帽弁手術後の LVEF 低下や、左室拡大症例における乏しい LVEF 改善効果 (低左室バイアビリティ) よりも影響が小さいことが分かる。したがって、MR が軽度で、左室拡大がそれほどでもなく、術前から LVEF が低値で心不全もそれほど強くない症例ほど、術後 LVEF に対する SVR 実施の影響が相対的に大きいといえる。

また本コホートでは、術後 EF は術後死亡率の有意な予測因子でもあった (単変量比例ハザードモデル, $P<0.001$, ハザー

Fig. 3 プロペンシティスコアマッチングを用いた SVR 施行・非施行例の術後生存率の比較

左室前壁に瘢痕を有し、CABG を施行した ICM 症例を対象。SVR は Dor 手術と SAVE 手術に限定し、側壁および後壁切開症例をのぞいた。SVR 施行に関してプロペンシティスコアを計算。投入変数は年齢、性別、冠動脈病変数、瘢痕の部位、維持透析の有無、NYHA 分類、MR 重症度、LVEF, LV ESVI, 僧帽弁形成術の有無、僧帽弁下手技の有無、CABG 吻合数。SVR の実施と術前 LV ESVI (interaction $P=0.76$), 術前 EF (interaction $P=0.54$) との間には、術後生存率に関して交互作用を認めなかった。

CABG: 冠動脈バイパス術, ICM: 虚血性心筋症, LVEF: 左室駆出率, LV ESVI: 左室収縮末期容量係数, MR: 僧帽弁閉鎖不全症, NYHA: New York Heart Association, SVR: 左室形成術

ド比 0.955, 95% 信頼区間 0.931–0.980)。そこで術後 3 年生存率が確認可能な 220 例について、術後 LVEF が 3 年生存率に与える影響を ROC 解析で検証したところ、 $P=0.009$, $AUC=0.66$ となり、その cut-off 値は、26% (感度 50%, 特異度 82%) であった。

VI. 本レジストリデータ解析の限界と問題点

本レジストリデータの問題点の 1 つは、瘢痕組織の量が把握できず、バイアビリティの評価が不十分である点である。その代わりとして、CABG 吻合数や術後 EF 改善率を考慮に入れているが、十分とはいえない。また、データ入力 of 完成度もばらつきが大きく、欠損値が多いことも問題である。全体で約 1,500 例の ICM 症例が登録されているが、解析精度を高めるためにプロペンシティスコアを用いてマッチングを施行したところ、最終解析ではわずか 164 例 (CABG 単独 82 例, CABG+SVR 82 例) となった (Table 2, Fig. 3)。このコホートでは、左室形成施行群と非施行群の間には術後生存率 (logrank $P=0.25$), 心不全回避生存率 (logrank $P=0.42$) ともに有意差を認めなかったが、サンプル数が大幅に減じられているうえに、瘢痕組織量が考慮されていないため、レジストリ全体の成績を代表していると考えてよいのか、また SVR の効果を比較するために適切な患者選択がなされているかに関しても疑問が残る。今後、バイアビリティの程度を含めて、より精度の高いデータを用いた解析が必要であろう。

一方、大きな瘢痕組織を有し（40%以上）、左室が十分拡大している（LV ESVI ≥ 60 ml/m²）という病態は、ICMという幅広い疾患のごく一部を指すにすぎない。STICHのサブ解析もそうであるが、これまでの報告を考慮に入れても、SVRの至適適応は、今後証明されるときでもごく限定された条件ということになる可能性が高いだろう。STICH trialにおいて、比較的不十分な適応と施術ではあるかもしれないが、大多数のICM患者に対してSVRが効果を認めないことが示された以上、今後STICHと同規模のRCTが行われる可能性は低く、これ以上のエビデンスが示されるかは疑問のあるところである。本レジストリのように、限られた症例データを高い精度で前向きに蓄積していくことが、今後SVRの至適適応を模索していくうえで最良の方法なのかもしれない。

本論文に関して、開示すべき利益相反関係はない。

文 献

- 1) Jones RH, Velazquez EJ, Michler RE, et al; STICH Hypothesis 2 Investigators: Coronary bypass surgery with or without surgical ventricular reconstruction. *N Engl J Med* 2009; **360**: 1705-1717
- 2) Buckberg GD, Athanasuleas CL: The STICH trial: misguided conclusions. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009; **138**: 1060-1064, e1062
- 3) Dor V, Civaia F, Alexandrescu C, et al: Favorable effects of left ventricular reconstruction in patients excluded from the Surgical Treatments for Ischemic Heart Failure (STICH) trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011; **141**: 905-916, 916 e901-904
- 4) Dor V: Left ventricular reconstruction: the aim and the reality after twenty years. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; **128**: 17-20
- 5) Singh P, Sethi N, Kaur N, et al: Revascularization in Severe Left Ventricular Dysfunction: Does Myocardial Viability Even Matter? *Clin Med Insights Cardiol* 2015; **9**: 105-109
- 6) White HD, Norris RM, Brown MA, et al: Left ventricular end-systolic volume as the major determinant of survival after recovery from myocardial infarction. *Circulation* 1987; **76**: 44-51
- 7) Yamaguchi A, Ino T, Adachi H, et al: Left ventricular volume predicts postoperative course in patients with ischemic cardiomyopathy. *Ann Thorac Surg* 1998; **65**: 434-438
- 8) Senior R, Kaul S, Lahiri A: Myocardial viability on echocardiography predicts long-term survival after revascularization in patients with ischemic congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1999; **33**: 1848-1854
- 9) Bax JJ, Schinkel AF, Boersma E, et al: Extensive left ventricular remodeling does not allow viable myocardium to improve in left ventricular ejection fraction after revascularization and is associated with worse long-term prognosis. *Circulation* 2004; **110**: II18-22
- 10) Bonow RO, Maurer G, Lee KL, et al; STICH Trial Investigators: Myocardial viability and survival in ischemic left ventricular dysfunction. *N Engl J Med* 2011; **364**: 1617-1625
- 11) Holly TA, Bonow RO, Arnold JM, et al: Myocardial viability and impact of surgical ventricular reconstruction on outcomes of patients with severe left ventricular dysfunction undergoing coronary artery bypass surgery: results of the Surgical Treatment for Ischemic Heart Failure trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014; **148**: 2677-2684, e2671
- 12) Albackr H, Al Mobeirek AF, Al Shamiri M, et al: Review: Do we still need a viability study before considering revascularization in patient with stable coronary artery disease and significant left ventricular systolic dysfunction? *Int J Clin Med* 2014; **5**: 242-248
- 13) Michler RE, Rouleau JL, Al-Khalidi HR, et al: Insights from the STICH trial: change in left ventricular size after coronary artery bypass grafting with and without surgical ventricular reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013; **146**: 1139-1145, e6
- 14) Isomura T, Hoshino J, Fukada Y, et al; RESTORE Group: Volume reduction rate by surgical ventricular restoration determines late outcome in ischaemic cardiomyopathy. *Eur J Heart Fail* 2011; **13**: 423-431
- 15) Di Donato M, Toso A, Maioli M, et al; RESTORE Group: Intermediate survival and predictors of death after surgical ventricular restoration. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2001; **13**: 468-475
- 16) Di Donato M, Castelvechio S, Menicanti L: End-systolic volume following surgical ventricular reconstruction impacts survival in patients with ischaemic dilated cardiomyopathy. *Eur J Heart Fail* 2010; **12**: 375-381
- 17) Castelvechio S, Menicanti L, Donato MD: Surgical ventricular restoration to reverse left ventricular remodeling. *Curr Cardiol Rev* 2010; **6**: 15-23
- 18) Wakasa S, Matsui Y, Isomura T, et al: Risk scores for predicting mortality after surgical ventricular reconstruction for ischemic cardiomyopathy: results of a Japanese multicenter study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014; **147**: 1868-1874, 1874.e1-2
- 19) Appoo J, Norris C, Merali S, et al: Long-term outcome of isolated coronary artery bypass surgery in patients with severe left ventricular dysfunction. *Circulation* 2004; **110**: II13-17