低左心機能例に対する血行再建 PCI vs CABG

—わが国でのレジストリーデータを含むこれまでのエビデンス—

丸井 晃, 坂田 隆造

Akira Marui, Ryuzo Sakata: **Percutaneous versus surgical myocardial revascularization in patients with left ventricular systolic dysfunction: systematic review from the current evidences.** J Jpn Coron Assoc 2014; 20: 67-74

I. はじめに

近年, SYNTAX 試験¹⁾を始めとする大規模ランダム化比較試験(RCT)や大規模観察研究・メタアナリシスによる新たなエビデンスが続々と報告され, 安定狭心症に対する PCI または CABG についての至適治療選択のコンセンサスはほぼ完成された感がある. しかしながら虚血性心疾患を有する患者は様々なリスク因子を持つことが多く, そのような背景を持つ患者特有の PCI vs CABG の新たなエビデンスが必要となっている.

糖尿病に関しては2012年に大規模 RCT の FREEDOM 試験²⁾により, 複雑病変を有する糖尿病患者における CABG の長期優位性が報告されるに至った. しかし低左心機能症患者については, いまだ十分なエビデンスがあるとは言いがたく, 実際, 日本循環器学会の「慢性心不全治療ガイドライン(2010年改訂版)」³⁾においても, 虚血性心疾患を合併した心不全患者に対する狭心症治療・冠血行再建については確立したエビデンスが存在しない, とされており, 今後ますます重症化すると予想される本邦の虚血性心疾患の治療において, 低左心機能患者に対する新たなエビデンスを確立していくことは非常に重要と思われる. ここでは左室収縮不全[左室駆出率(LVEF)低下]による低左心機能患者について, 冠血行再建における現在までのエビデンスを検証する.

II. 低左心機能例における冠血行再建の海外のエビデンス

1. CABG vs 薬物治療

低左心機能患者における CABG と薬物治療の比較については古くより多くの報告がある. 1994 年に Yusuf らは, 7つの RCT からの安定狭心症患者 2694 名を対象としたメタアナリシスを行い, CABG は薬物治療と比較して5

年以上の追跡で生命予後改善効果を示し, 左主幹部病変や低左心機能などのリスク因子が多い患者ほど CABG のメリットが大きいことを報告した⁴⁾.

また観察研究としては, 1983 年に Alderman らは, LVEF 36%未満の患者を対象に薬物治療を受けた 420 名と CABG を施行した 231 名を比較したところ CABG は有意に生命予後を改善し($p<0.05$), かつその効果は LVEF 26%未満の患者でより顕著であったことを報告した(5年生存率 43% vs 63%)⁵⁾. 2002 年に O'Connor らは LVEF 40%未満の 1052 名の薬物治療患者と 339 名の CABG 患者を比較し, 10年後の生存率は 13% vs 42% ($p<0.0001$)と CABG で良好であることを報告した⁶⁾.

しかしこれらの報告の時代に比べ現在は外科技術・薬物治療ともに飛躍的に進歩しており, 十分なエビデンスであるとは言いがたかった. その後大規模 RCT である STICH 試験の結果が報告された⁷⁻⁹⁾. STICH 試験は, 低左心機能患者を対象として薬物治療・CABG 単独・CABG + 左室形成術を比較した RCT であり, 2009 年に CABG 単独と CABG + 左室形成術の比較結果が報告され⁷⁾, その後 2011 年に薬物治療と単独 CABG の比較が報告された⁹⁾. LVEF 35%以下の患者 1212 名が薬物治療と CABG にランダムに割り付けられ, intension-to-treat をベースに 5 年追跡が行われた. 5 年追跡による死亡率は, 薬物治療 41%, CABG 36%であり, CABG の優位性を示すことができなかった($p=0.12$). しかしながら追跡期間中に薬物治療群の 100 名(17%)が CABG を受けており(cross over), 実際に受けた治療による解析, いわゆる“as-treated”で解析を行ったところ, 薬物治療に比べて CABG の死亡率が低いことが判明した[リスク比(95%信頼区間): 0.70 (0.58~0.84); $p<0.001$]. また 5 年追跡までの死亡率の傾向を見ると, さらなる長期追跡では本来の intension-to-treat による解析でも CABG が優位である可能性が指摘されており, 現在継続追跡が行われている.

京都大学大学院医学研究科心臓血管外科(〒606-8507 京都府京都市左京区聖護院河原町 54)
doi: 10.7793/jcoron.20.007

Table 1 虚血性心疾患を有する低左心機能に対する冠血行再建の報告(PCI vs CABG)

報告者	報告年	LVEF	患者数		Stent	観察期間	主要結果 (PCI vs CABG)
			PCI	CABG			
RCT(サブ解析)							
Berger ¹⁵⁾	2001	50%未満	94	82	(-)	7年	3枝病変患者、有意差なし
観察研究							
O'Keefe ³¹⁾	1993	40%以下	100	100	(-)	5年	PCIで死亡率が高い傾向あり
Brener ³²⁾	2004	30%以下	54	573	BMS	5年	PCIで死亡率が高い傾向あり
Sedlis ³³⁾	2004	35%未満	152	140	未記載	36カ月	死亡で有意差なし
Gioia ³⁴⁾	2007	35%以下	128	92	DES	2年	死亡で有意差なし
Hannan ¹⁶⁾	2008	40%未満	1059	1614	DES	18カ月	PCIで死亡、死亡/心筋梗塞が高い
Nagendran ¹⁷⁾	2013	35%未満	1599(718)*	1326(718)*	BMS/DES	5年	PCIで死亡率が高い
Yang ³⁵⁾	2013	50%未満	402(141)*	551(141)*	DES	3年	死亡で有意差なし
Hlatky ¹⁸⁾	2013	未記載	6940	6572	未記載	5年	PCIで死亡率が高い
メタアナリシス							
Hlatky ¹⁹⁾	2009	未記載	615	551	BMS	8年	死亡で有意差なし
Kunadian ¹²⁾	2012	40%以下	455	502	未記載	1年以上	死亡で有意差なし

*プロペンシティマッチング患者数

2. PCI vs 薬物治療

虚血性心疾患を有する低左心機能患者に対するPCIと薬物治療の比較については、短期追跡での報告が散見されるが¹⁰⁾、長期追跡データは極めて限られている。2006年にはAPPROACH databaseから、虚血性心疾患を有する心不全既往患者において、冠血行再建(PCIまたはCABG)を受けた患者と、薬物治療のみの患者を比較し、その7年追跡結果が報告された¹¹⁾。1690名が薬物治療を2538名が冠血行再建(52.5%がPCI)を受けた結果、冠血行再建群は薬物治療群に比して有意に死亡率が低く[0.50(0.44~0.57)]、さらにPCIは薬物治療に比して死亡率が低いことが報告された[0.58(0.49~0.69)]。一方2012年にKunadianらはLVEF 40%以下の患者を対象とした19研究・4766名のメタアナリシスの結果を報告したが、1年追跡ではPCIの薬物治療に対する優位性を証明することができなかった¹²⁾。

3. PCI vs CABG

通常の安定狭心症患者に対するPCI vs CABGについては大規模RCTの結果が報告され、冠動脈疾患の重症度に応じた至適治療選択についてのガイドラインが確立されている^{13, 14)}。しかし低左心機能患者については、RCTという性質上対象患者が少なく、サブ解析を行うための十分なサンプルサイズが得られていない。2001年にBergerらにより報告されたBARI試験からの少数例のサブ解析では、3枝病変を有するLVEF 50%未満の患者176名の7年追跡結果が報告されているが、7年追跡の生存率がPCI群70%、CABG群74%で有意差を認めなかった($p=0.60$)¹⁵⁾(Table 1)。

観察研究においてもバルーン血管形成やベアメタルステント時代では少数例の比較であり、統計的検出力が十

分ではなかったが、最近では大規模観察研究によるサブ解析が報告されている。2008年のHannanらの報告¹⁶⁾では、New York Registryに登録された17,400名の患者のうち、LVEF 40%未満のPCI施行患者1059名とCABG 1614名を対象とし18カ月の追跡を行ったところ、総死亡はCABG群で少なく[0.77(0.59~1.00), $p=0.05$]、死亡または心筋梗塞の発症率についてもCABG群で低かった[0.67(0.53~0.84), $p<0.001$]。またAPPROACH databaseからのサブ解析¹⁷⁾では、LVEF 35%未満のPCI 1599名・CABG 1326名から718名ずつのプロペンシティマッチングを行った5年追跡結果で、やはりPCI群で死亡率が高かった[1.48(1.18~1.85)]。さらにHlatkyらによる大規模観察研究¹⁸⁾では、1992~2008年までにPCIまたはCABGを受けた66歳以上の多枝病変を有するメディケア受給者251,553名を対象として、心不全を有する患者のプロペンシティマッチングによりサブ解析を行った。その5年追跡結果では生存率は44.6% vs 51.7%とCABGで高く[死亡リスク0.84(0.79~0.88)]、心不全のない患者に対しても有意に治療効果の差が見られた(交互作用 $p<0.001$)。

メタアナリシスについては、2009年にHlatkyらはRCT 10研究の7812名を対象に、低左心機能患者(PCI 615名・CABG 511名)のサブ解析を報告しているが、5年生存率は有意差を認めなかった[0.93(0.73~1.18)]¹⁹⁾。また2012年のKunadianらの報告でも1年以上の追跡結果でPCIとCABGで死亡率の差がなかった[0.98(0.8~1.2), $p=0.83$]¹²⁾。

以上のように、最近の大規模観察研究のサブ解析では虚血性低左心機能患者に対するCABGの長期優位性が示唆されているが、現時点では十分な統計学的検出力を持ったRCTは施行されていないため、エビデンスとしては十分とは言いがたく、今後の報告が待たれるところである。

Table 2 ESC/EACTS 2010 Guideline: Recommendations for patients with chronic heart failure and systolic left ventricular dysfunction (ejection fraction $\leq 35\%$), presenting predominantly with anginal symptoms¹³⁾

Recommendations	COR	LOE	Ref.
CABG is recommended for:			
• Significant LM stenosis	I	B	22)
• LM equivalent (proximal stenosis of both LAD and LCx)			
• Proximal LAD stenosis with 2- or 3- vessel disease.			
CABG with SVR may be considered in patients with LVESV index >60 ml/m ² and scarred LAD territory.	IIb	B	7, 36)
PCI may be considered if anatomy is suitable, in the presence of viable myocardium.	IIb	C	–

COR: Class of Recommendation, LOE: Level of evidence, CABG: coronary artery bypass grafting, LAD: left anterior descending, LCx: left circumflex, LM: left main, LVESV: left ventricular end-systolic volume, PCI: percutaneous coronary intervention, SVR: surgical ventricular reconstruction, Ref.: references

Table 3 ESC/EACTS 2010 Guideline: Recommendations for patients with chronic heart failure and systolic left ventricular dysfunction (ejection fraction $\leq 35\%$), presenting predominantly with heart failure symptoms (no or mild angina: Canadian Cardiovascular Society 1–2)¹³⁾

Recommendations	COR	LOE	Ref.
LV aneurysmectomy during CABG is indicated in patients with a large LV aneurysm	I	C	–
CABG should be considered in the presence of viable myocardium, irrespective of LVESV.	IIa	B	37)
CABG with SVR may be considered in patients with a scarred LAD territory.	IIa	B	7, 36)
PCI may be considered if anatomy is suitable, in the presence of viable myocardium.	IIb	C	–
Revascularization in the absence of evidence of myocardial viability is not recommended.	III	B	37)

COR: Class of Recommendation, LOE: Level of evidence, CABG: coronary artery bypass grafting, LAD: left anterior descending, LCx: left circumflex, LM: left main, LVESV: left ventricular end-systolic volume, PCI: percutaneous coronary intervention, SVR: surgical ventricular reconstruction, Ref.: References

III. ガイドライン

本邦においては前述のとおり、日本循環器学会の「慢性心不全治療ガイドライン(2010年改訂版)」³⁾において虚血性心疾患を有する低左心機能患者に対する冠血行再建選択の指針は記載されていない。「虚血性心疾患に対するバイパスグラフトと手術術式の選択ガイドライン(2011年改訂版)」²⁰⁾には低左心機能患者に対する記載はあるものの、CABGと左室形成術に関する適応に限られている。また「安定冠動脈疾患における待機PCIのガイドライン(2011年改訂版)」²¹⁾にも、慢性心不全患者に対する冠血行再建についての記載はない。

海外のガイドラインに目を向けてみると、2010年のESC/EACTS冠血行再建ガイドライン¹³⁾では、左室収縮不全患者に対する冠血行再建については、2004年のACC/AHA CABGガイドライン²²⁾の内容およびSTICH試験⁷⁾の結果から得られたエビデンスのみでガイドラインが作成されている(Table 2, 3)。このガイドラインでのクラスI推奨は、左主幹部病変などの複雑病変に対するCABGの適応や、左室瘤切除術の適応のみであり、PCIに関しては反映されるべきエビデンスはなく、ごく簡潔な記載に留まっている。そのためPCIとCABGの選択については、「冠動脈病変・冠血行再建の予測達成度・基礎疾患・併存

する心臓弁膜症の有無などから総合的に判断する」、という記載にとどまっている。2012年のESC急性および慢性心不全に対する診断・治療ガイドライン²³⁾においてもクラスI推奨はCABGの適応に関してのみであり、PCIとCABGの選択については2010年ガイドラインと同様な記載となっている(Table 4)。

一方、2013年に報告されたACCF/AHA心不全のガイドライン²⁴⁾でのクラスI推奨は「ガイドラインに従った薬物治療を受けている心不全患者で、狭心症および治療適応となる冠動脈病変を有する場合はCABGまたはPCIの適応となる」となっている(Table 5)。この推奨は2012年のACCF/AHA安定虚血性心疾患治療ガイドライン²⁵⁾および2011年のACCF/AHA PCIおよびCABGのガイドライン^{26, 27)}が根拠となっているが、これらのガイドライン自体の根拠は前述のYusufらの報告がベースとなっており、エビデンスとしてはかなり古いものになる。またエビデンスレベルもCとなっており、十分なレベルがあるとは言い難い。クラスIIa推奨として、「軽度～中等度の左室収縮不全および有意な多枝・左前下行枝近位部病変を有する患者に対しては、心筋のviabilityが保たれていれば生命予後改善のためのCABGは妥当である」、「重度左室機能不全・心不全および有意な冠動脈疾患を有する患者に対しては、合併症率や死亡率を改善するためのCABGま

Table 4 ESC 2012 Guideline: Recommendations for myocardial revascularization in patients with chronic HF and systolic LV dysfunction²³⁾

Recommendations	COR	LOE	Ref.
CABG is recommended for patients with angina and significant left main stenosis, who are otherwise suitable for surgery and expected to survive >1 year with good functional status, to reduce the risk of premature death.	I	C	–
CABG is recommended for patients with angina and two- or three-vessel coronary disease, including a left anterior descending stenosis, who are otherwise suitable for surgery and expected to survive >1 year with good functional status, to reduce the risk of hospitalization for cardiovascular causes and the risk of premature death from cardiovascular causes.	I	B	9)
Alternative to CABG: <i>PCI may be considered as an alternative to CABG in the above categories of patients unsuitable for surgery.</i>	IIb	C	–
CABG and PCI are NOT recommended in patients without angina AND without viable myocardium.	III	C	–

CABG: coronary artery bypass graft, EF: ejection fraction, HF: heart failure, LV: left ventricular, PCI: percutaneous coronary intervention, COR: Class of recommendation, LOE: Level of evidence, Ref.: References

Table 5 ACCF/AHA 2013 Guideline: Recommendations for surgical/percutaneous/transcatheter interventional treatments of HF (selected)

Recommendations	COR	LOE	Ref.
Coronary artery revascularization via CABG or percutaneous intervention is indicated for patients (HFpEF and HFrEF) on GDMT with angina and suitable coronary anatomy, especially for a left main stenosis (>50%) or left main equivalent disease.	I	C	25–27,38)
CABG to improve survival is reasonable in patients with mild to moderate LV systolic dysfunction (EF 35% to 50%) and significant (≥70% diameter stenosis) multivessel CAD or proximal left anterior descending coronary artery stenosis when viable myocardium is present in the region of intended revascularization.	IIa	B	38–40)
CABG or medical therapy is reasonable to improve morbidity and cardiovascular mortality for patients with severe LV dysfunction (EF <35%), HF, and significant CAD	IIa	B	9, 41)
CABG may be considered with the intent of improving survival in patients with ischemic heart disease with severe LV systolic dysfunction (EF <35%) and operable coronary anatomy whether or not viable myocardium is present.	IIb	B	5, 9, 42)
Surgical reverse remodeling or LV aneurysmectomy may be considered in carefully selected patients with HFrEF for specific indications, including intractable HF and ventricular arrhythmias.	IIb	B	7)

CABG indicates coronary artery bypass graft, CAD: coronary artery disease, COR: Class of Recommendation, EF: ejection fraction, GDMT: guideline-directed medical therapy, HF: heart failure, HFpEF: heart failure with preserved ejection fraction, HFrEF: heart failure with reduced ejection fraction, LAD: left anterior descending, LOE: Level of Evidence, LV: left ventricular, Ref.: references

たは薬物治療は妥当である」となっており、CABGや薬物治療の推奨については述べられているが、PCIの具体的な適応については述べられていない。

以上からわかるように、虚血性心疾患を有する低左心機能患者に対する冠血行再建選択に関するガイドラインは現時点では十分なエビデンスに基づくものではなく、そのため2013年ACCF/AHA心不全ガイドライン²⁴⁾においても、血行再建法の至適選択については2010年ESC/EACTS冠血行再建ガイドライン¹³⁾と同様に「冠動脈病変・基礎疾患の有無(糖尿病・CKDなど)・収縮不全の程度・患者選択・ハートチーム内でのディスカッションなどで総合的に決定すべき」という結論にとどまっている。

IV. 本邦のエビデンス

本邦においても虚血性心疾患を有する低左心機能患者

に対するPCI vs CABGの十分なエビデンスは現時点では存在しない。そこで我々は観察研究のサブ解析という位置づけではあるが、虚血性低左心機能患者におけるPCI vs CABGのエビデンスを2013年の日本循環器学会で報告した²⁸⁾。

CREDO-Kyotoは本邦最大の初回冠血行再建のレジストリであり、ペアメタルステント時代のCohort-1(2000～2002年登録)²⁹⁾および、薬剤溶出ステント(DES)時代のCohort-2(2005～2007年登録)³⁰⁾がある。Cohort-2は国内26施設から急性冠症候群および安定狭心症患者15,939名が登録されている。対象患者はCREDO-Kyoto Cohort-2に登録された患者のうち、多枝または左主幹部病変を有し、かつACC/AHAの心不全分類stage CまたはD(息切れなどの有症候群または治療抵抗性の心不全)の既往のある1,233名で、PCIが812名にCABGが432名に施行され

Table 6 Baseline characteristics of patients with heart failure (CREDO-Kyoto Registry Cohort-2)

	PCI n=812		CABG n=421		p value
Age	71.8±10.7		69.3±9.5		<0.01
Male gender	522	64.3%	286	67.9%	0.2
Hypertension	754	92.9%	375	89.1%	0.02
Diabetes mellitus	457	56.3%	254	60.3%	0.17
Ejection fraction	46.0±15.2		46.1±14.7		0.89
Previous myocardial infarction	321	39.5%	172	40.9%	0.65
Atrial fibrillation	136	16.7%	79	18.8%	0.38
Previous stroke	156	19.2%	64	15.2%	0.08
Hemodialysis	89	11.0%	43	10.2%	0.69
Chronic obstructive pulmonary disease	40	4.9%	10	2.4%	0.03
Malignancy	77	9.5%	47	11.2%	0.35
Number of target lesions or anastomoses	1.8±0.9		3.2±1.0		<0.01
Extent of coronary artery disease					
Triple-vessel disease	410	50.5%	331	78.6%	<0.01
Left main disease	76	9.4%	131	31.1%	<0.01
Target of proximal left anterior descending artery	519	63.9%	385	91.4%	<0.01
Target of chronic total occlusion	210	25.9%	223	53.0%	<0.01
Stent use	768	94.6%	n/a		
Drug-eluting stent use	610	75.1%	n/a		
Off-pump CABG	n/a		247	58.7%	
Emergency procedure	46	5.7%	33	7.8%	0.14
SYNTAX score	26.8±10.2		32.2±10.5		<0.01

Mean±standard deviation, or number of patients and percentage

Fig. 1 Kaplan-Meier analyses comparing PCI with CABG in patients with heart failure.

A: All-cause death.

B: Composite of death, stroke, or myocardial infarction.

MI: myocardial infarction

A | B

た。患者背景を Table 6 に示した。術前の LVEF は差がなかったが ($p=0.89$)、CABG 群のほうが、3 枝や左主幹部などの複雑病変患者が多く、SYNTAX スコアも有意に高かった ($p<0.01$)。Kaplan-Meier による 3 年死亡率は PCI 群で有意に高く (23.4% vs 16.7%, $p=0.02$)、死亡/脳卒中/心筋梗塞の複合エンドポイントの発症も PCI 群で高かつ

た (29.0% vs 21.1%, $p<0.01$) (Fig. 1A, B)。多変量解析の結果も、総死亡・複合エンドポイントともに PCI で有意に高かった [1.68 (1.10~2.56), $p=0.02$ および 1.82 (1.25~2.66), $p<0.01$, Table 7]。さらに心臓死亡、不整脈関連死亡や心不全入院・心筋梗塞・追加血行再建においても PCI で高率であった。脳卒中については有意差を認めなかつ

Table 7 Three-year outcomes after PCI and CABG in patients with heart failure

	Number of patients (event/total)				Comparison of PCI vs CABG			
	PCI (n=812)		CABG (n=421)		Hazard ratio	95%CI		p
Death	172	21%	71	17%	1.68	1.10	2.56	0.02
Death, stroke, or MI	219	27%	91	22%	1.82	1.25	2.66	<0.01
Cardiac death	110	14%	42	10%	2.06	1.20	3.54	0.01
Arrhythmia death	28	3%	2	0%	9.57	1.92	47.72	0.01
Readmission for heart failure	176	22%	53	13%	1.67	1.07	2.59	0.02
Stroke	53	7%	24	6%	1.67	0.80	3.50	0.17
Myocardial infarction	32	4%	12	3%	4.48	1.37	14.69	0.01
Any revascularization	152	19%	16	4%	5.47	2.87	10.43	<0.01

た。総死亡に関する結果は海外の大規模観察研究のサブ解析結果と一致するメッセージであり、本邦においても死亡というハードエンドポイント評価でCABGはPCIにくらべ良好なアウトカムをもたらすことが示されたことは重要である。当研究は観察研究のサブ解析という位置づけではあるが、本邦のオリジナルエビデンスとして重要であることは疑いがないであろう。今後は本邦独自の低左心機能患者を対象としたRCTや観察研究のエビデンスを発信し、本邦独自のガイドラインの作成に結びつけることが期待される。

V. エビデンスの確立に向けて

本総説でも述べたとおり、虚血性心疾患を有する低左心機能患者に対する至適冠血行再建についてのエビデンスは現状では十分に確立されていない。最近の大規模試験からエビデンスからもわかるように、PCI vs CABGのディスカッションとなる対象患者は3枝や左主幹部などの複雑病変を有する患者になると思われる。しかし複雑病変を有する低左心機能患者は、虚血性僧帽弁閉鎖不全を有することも多く、現時点では虚血性僧帽弁閉鎖不全に対する冠血行再建や弁治療の適応についても十分なエビデンスを確立できていない状況であり、それらを十分に踏まえた上でPCI vs CABGのスタディデザインを構築していく必要がある。また低左心機能の定義についても、2013年ACCF/AHA心不全のガイドライン²⁴⁾で指摘されているように、LVEF 35~50%の軽~中等度収縮障害の患者と、STICH試験⁷⁾で対象とされているようなLVEF 35%未満の患者では、予後が大きく異なるため、LVEFに準じた治療エビデンスの確立が必要となっている。さらに現在までの報告の多くが左室収縮不全(LVEF低下)についてのエビデンスであるが、実際の臨床では左室収縮力の維持された心不全、いわゆる拡張不全による患者多数存在することが知られており、そのような患者に対するエビデンスも今後確立していく必要があるであろう。

VI. おわりに

虚血性低左心機能患者に対する至適冠血行再建についてのエビデンスは現状では十分に確立されておらず、ガイドラインにおいても最終的にはハートチームの判断に委ねられているのが現状である。虚血性低左心機能患者の予後は不良であり治療目的を達成するには、冠危険因子の是正・運動療法・薬物療法を基本として、冠動脈疾患の重症度、僧帽弁閉鎖不全の有無などを考慮して総合的に冠血行再建の適応を判断する必要がある。今後はそれらのエビデンスをさらに積み重ね、PCI vs CABGを含めた集学的治療戦略を確立することが重要であると考えられる。

文 献

- 1) Mohr FW, Morice MC, Kappetein AP, et al: Coronary artery bypass graft surgery versus percutaneous coronary intervention in patients with three-vessel disease and left main coronary disease: 5-year follow-up of the randomised, clinical SYNTAX trial. *Lancet* 2013; **381**: 629-638
- 2) Farkouh ME, Domanski M, Sleeper LA, et al: Strategies for multivessel revascularization in patients with diabetes. *N Engl J Med* 2012; **367**: 2375-2384
- 3) 慢性心不全治療ガイドライン(2010年改訂版) http://www.J-circ.Or.Jp/guideline/pdf/jcs2010_matsuzaki_h.Pdf.
- 4) Yusuf S, Zucker D, Peduzzi P, et al: Effect of coronary artery bypass graft surgery on survival: overview of 10-year results from randomised trials by the Coronary Artery Bypass Graft Surgery Trialists Collaboration. *Lancet* 1994; **344**: 563-570
- 5) Alderman EL, Fisher LD, Litwin P, et al: Results of coronary artery surgery in patients with poor left ventricular function (CASS). *Circulation* 1983; **68**: 785-795
- 6) O'Connor CM, Velazquez EJ, Gardner LH, et al: Comparison of coronary artery bypass grafting versus medical therapy on long-term outcome in patients with ischemic cardiomyopathy (a 25-year experience from the Duke Cardiovascular Disease Data-bank). *Am J Cardiol* 2002; **90**: 101-107
- 7) Jones RH, Velazquez EJ, Michler RE, et al: Coronary bypass

- surgery with or without surgical ventricular reconstruction. *N Engl J Med* 2009; **360**: 1705–1717
- 8) Bonow RO, Maurer G, Lee KL, et al: Myocardial viability and survival in ischemic left ventricular dysfunction. *N Engl J Med* 2011; **364**: 1617–1625
- 9) Velazquez EJ, Lee KL, Deja MA, et al: Coronary-artery bypass surgery in patients with left ventricular dysfunction. *N Engl J Med* 2011; **364**: 1607–1616
- 10) Wallace TW, Berger JS, Wang A, et al: Impact of left ventricular dysfunction on hospital mortality among patients undergoing elective percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol* 2009; **103**: 355–360
- 11) Tsuyuki RT, Shrive FM, Galbraith PD, et al: Revascularization in patients with heart failure. *CMAJ* 2006; **175**: 361–365
- 12) Kunadian V, Pugh A, Zaman AG, et al: Percutaneous coronary intervention among patients with left ventricular systolic dysfunction: a review and meta-analysis of 19 clinical studies. *Coron Artery Dis* 2012; **23**: 469–479
- 13) Wijns W, Kolh P, Danchin N, et al: Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J* 2010; **31**: 2501–2555
- 14) Fihn SD, Gardin JM, Abrams J, et al: 2012 ACCF/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association task force on practice guidelines, and the American College of Physicians, American Association for Thoracic Surgery, Preventive Cardiovascular Nurses Association, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. *Circulation* 2012; **126**: 3097–3137
- 15) Berger PB, Velianou JL, Aslanidou Vlachos H, et al: Survival following coronary angioplasty versus coronary artery bypass surgery in anatomic subsets in which coronary artery bypass surgery improves survival compared with medical therapy. Results from the Bypass Angioplasty Revascularization Investigation (BARI). *J Am Coll Cardiol* 2001; **38**: 1440–1449
- 16) Hannan EL, Wu C, Walford G, et al: Drug-eluting stents vs. coronary-artery bypass grafting in multivessel coronary disease. *N Engl J Med* 2008; **358**: 331–341
- 17) Nagendran J, Norris CM, Graham MM, et al: Coronary revascularization for patients with severe left ventricular dysfunction. *Ann Thorac Surg* 2013; **96**: 2038–2044
- 18) Hlatky MA, Boothroyd DB, Baker L, et al: Comparative effectiveness of multivessel coronary bypass surgery and multivessel percutaneous coronary intervention: a cohort study. *Ann Intern Med* 2013; **158**: 727–734
- 19) Hlatky MA, Boothroyd DB, Bravata DM, et al: Coronary artery bypass surgery compared with percutaneous coronary interventions for multivessel disease: a collaborative analysis of individual patient data from ten randomised trials. *Lancet* 2009; **373**: 1190–1197
- 20) 虚血性心疾患に対するバイパスグラフトと手術術式の選択ガイドライン (2011 年改訂版) http://www.J-circ.Or.Jp/guideline/pdf/jcs2011_ochi_h.Pdf.
- 21) 安定冠動脈疾患における待機的 PCI のガイドライン (2011 年改訂版) http://www.J-circ.Or.Jp/guideline/pdf/jcs2011_fujiwara_h.Pdf.
- 22) Eagle KA, Guyton RA, Davidoff R, et al: ACC/AHA 2004 guideline update for coronary artery bypass graft surgery: summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1999 Guidelines for Coronary Artery Bypass Graft Surgery). *Circulation* 2004; **110**: 1168–1176
- 23) McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD, et al: ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J* 2012; **33**: 1787–1847
- 24) Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, et al: 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on practice guidelines. *Circulation* 2013; **128**: e240–e327
- 25) Fihn SD, Gardin JM, Abrams J, et al: 2012 ACCF/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association task force on practice guidelines, and the American College of Physicians, American Association for Thoracic Surgery, Preventive Cardiovascular Nurses Association, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. *Circulation* 2012; **126**: e354–e471
- 26) Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, et al: 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. *Circulation* 2011; **124**: e574–e651
- 27) Hillis LD, Smith PK, Anderson JL, et al: 2011 ACCF/AHA Guideline for Coronary Artery Bypass Graft Surgery: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 2011; **124**: e652–e735
- 28) Marui A, Kimura T, Shiomi H, et al: Impact of coronary artery bypass surgery on long-term outcomes in patients with heart failure: From the CREDO-Kyoto PCI/CABG Registry Cohort-2. *Circ J* 2013; (Suppl I)
- 29) Kimura T, Morimoto T, Furukawa Y, et al: Long-term outcomes of coronary-artery bypass graft surgery versus percutaneous coronary intervention for multivessel coronary artery disease in the bare-metal stent era. *Circulation* 2008; **118**: S199–S209
- 30) Kimura T, Morimoto T, Furukawa Y, et al: Long-term safety and efficacy of sirolimus-eluting stents versus bare-metal stents in real world clinical practice in Japan. *Cardiovasc Interv Ther* 2011; **26**: 234–245
- 31) O’Keefe JH, Allan JJ, McCallister BD, et al: Angioplasty versus bypass surgery for multivessel coronary artery disease with left

- ventricular ejection fraction $\leq 40\%$. *Am J Cardiol* 1993; **71**: 897–901
- 32) Brener SJ, Lytle BW, Casserly IP, et al: Propensity analysis of long-term survival after surgical or percutaneous revascularization in patients with multivessel coronary artery disease and high-risk features. *Circulation* 2004; **109**: 2290–2295
- 33) Sedlis SP, Ramanathan KB, Morrison DA, et al: Outcome of percutaneous coronary intervention versus coronary bypass grafting for patients with low left ventricular ejection fractions, unstable angina pectoris, and risk factors for adverse outcomes with bypass (the AWESOME Randomized Trial and Registry). *Am J Cardiol* 2004; **94**: 118–120
- 34) Gioia G, Matthai W, Gillin K, et al: Revascularization in severe left ventricular dysfunction: outcome comparison of drug-eluting stent implantation versus coronary artery by-pass grafting. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007; **70**: 26–33
- 35) Yang JH, Choi SH, Song YB, et al: Long-term outcomes of drug-eluting stent implantation versus coronary artery bypass grafting for patients with coronary artery disease and chronic left ventricular systolic dysfunction. *Am J Cardiol* 2013; **112**: 623–629
- 36) Di Donato M, Castelvécchio 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
- 37) Allman KC, Shaw LJ, Hachamovitch R, et al: Myocardial viability testing and impact of revascularization on prognosis in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2002; **39**: 1151–1158
- 38) Caracciolo EA, Davis KB, Sopko G, et al: Comparison of surgical and medical group survival in patients with left main equivalent coronary artery disease. Long-term CASS experience. *Circulation* 1995; **91**: 2335–2344
- 39) VA Coronary Artery Bypass Surgery Cooperative Study Group: Eighteen-year follow-up in the Veterans Affairs Cooperative Study of Coronary Artery Bypass Surgery for stable angina. *Circulation* 1992; **86**: 121–130
- 40) Eleven-year survival in the Veterans Administration randomized trial of coronary bypass surgery for stable angina. The Veterans Administration Coronary Artery Bypass Surgery Cooperative Study Group. *N Engl J Med* 1984; **311**: 1333–1339
- 41) Cleland JG, Calvert M, Freemantle N, et al: The Heart Failure Revascularisation Trial (HEART). *Eur J Heart Fail* 2011; **13**: 227–233
- 42) Patel MR, Dehmer GJ, Hirshfeld JW, et al: ACCF/SCAI/STS/AATS/AHA/ASNC 2009 Appropriateness Criteria for Coronary Revascularization: A Report of the American College of Cardiology Foundation Appropriateness Criteria Task Force, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Thoracic Surgeons, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, and the American Society of Nuclear Cardiology: Endorsed by the American Society of Echocardiography, the Heart Failure Society of America, and the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *Circulation* 2009; **119**: 1330–1352