

低左心機能症例における冠動脈バイパス術, 術直後および中期遠隔期成績, 予後因子の検討

山崎 元成^{1,2}, 廣瀬 仁³, 稲葉 博隆¹, 梶本 完⁴
丹原 圭一⁵, 菊地 慶太⁶, 桑木 賢次¹, 山本 平¹
渡邊 隆⁷, 岩村 弘志⁸, 天野 篤¹

高度左心機能低下症例に対する冠動脈バイパスの効果や長期予後はいまだ不明のところが多い。HAVOC score は、低左心機能を有する冠疾患の予後予測因子として報告された。今回、われわれはHAVOC score をもとに、当院で施行された冠動脈バイパス手術 892 例のうち、術前左心室駆出率 40%未満の低左心機能症例 135 例を HAVOC score にて 3.5 未満の low risk 群(L群)66 例と 3.5 以上の high risk 群(H群)69 例に分類して、手術成績、遠隔成績などを比較検討した。単独冠動脈バイパス手術では心拍動下冠動脈バイパス術は L 群 45 例中 42 例(93%), H 群 45 例中 43 例(96%)に施行された。またバイパス本数は L 群, H 群でそれぞれ 3.8±1.5, 3.5±1.4(本)であった。院内死亡は L 群 5 例(8%), H 群 3 例(4%), 術後挿管時間(時間)19.3±6.4, 32.5±6.4(p=0.07), 集中治療室滞在日数 2.8±2.9, 4.8±6.5(p=0.03)。後在院日数 11.0±5.0, 17.9±22.3(p=0.02)と H 群で有意に遷延する傾向が認められた。左室心機能(左室駆出率)は術前に比し、冠動脈バイパス術後に両群で有意に改善した。術後 5 年生存率は L 群 78%, H 群 71%で、有意差はなかった。危険率予測因子として、EuroSCORE で low risk(0-3)34 例, middle risk(4-7)62 例, high risk(8-)36 例に分けて、手術成績を比較すると、low risk は手術死亡 0 例(0%), middle risk は手術死亡 2 例(3.2%), high risk は手術死亡 6 例(16.7%)で high risk 群で有意に成績が不良であった。中期予後(観察期間 10 年未満)の悪化因子は血液透析, HAVOC score, EuroSCORE, 術前脳性ナトリウム利尿ペプチドの 4 因子で、術前 EF, 合併手術, 年齢, 性別, 左主幹部病変は予後悪化因子ではなかった。低左心機能症例に対する冠動脈バイパス手術は、心拍動下にて行うことが可能であり、心機能の改善が認められ、満足する結果が得られた。手術の危険率予測ファクターとしては EuroSCORE が、中期遠隔予後因子としては HAVOC score が有用であった。

KEY WORDS: heart failure, brain natriuretic peptide, coronary artery bypass, ejection fraction, left ventricular dysfunction

Yamasaki M, Hirose H, Inaba H, Kajimoto K, Tambara K, Kikuchi K, Kuwaki K, Yamamoto T, Watanabe T, Iwamura H, Amano A: **Coronary artery bypass grafting for moderately or severely impaired left ventricular function.** J Jpn Coron Assoc 2011; 17: 8-15

I. はじめに

近年、左室駆出率低下(ejection fraction: EF 40%未満)症例に対する冠動脈バイパス術の中期生存率は良好であるといわれている。高度左心機能低下症例(EF 30%未満)においても、経皮的冠動脈形成術と比較し、CABG は、心事故回避率、左室駆出率の回復率が CABG の方が有意に良好であったと報告されるなど、冠動脈バイパス術は左心機能が低下している症例であっても積極的に行われるべきと考えられるようになってきている¹⁻³⁾。

一方で、DeRose らは、EF 25%未満の高度左心機能不

全症例の中には、手術を行っても予後の改善が認められない症例があり、手術適応は慎重に判断すべきであると、予後予測因子の評価法として HAVOC score を提唱した⁴⁾。

しかし、心拍動下バイパス手術(OPCAB)の普及によりバイパス手術の危険性が軽減され、手術成績は向上した現在、DeRose らの冠動脈バイパス手術の OPCAB 率が 15%であったことを考えると、低左心機能症例に対するバイパス術が見直されるべきだと考えられる。

このため、リスクを伴う冠動脈バイパス手術に対しては、手術の危険率予測評価として開心術全般に用いられている EuroSCORE を、長期予後予測評価としては、DeRose らにより提唱された HAVOC score を用いて、手術適応を決定すべきと考えられる。

今回われわれは左室駆出率 40%未満の低左心機能を有する冠動脈バイパス手術を HAVOC score を用いて、low risk 群と high risk 群に分類し、手術成績、中期成績の比

¹ 順天堂大学心臓血管外科(〒113-8431 東京都文京区本郷 3-1-3),
² 東京病院, ³ Division of Cardiothoracic Surgery, Thomas Jefferson University, Philadelphia, USA, ⁴ 順天堂大学附属浦安病院,
⁵ 順天堂大学附属静岡病院, ⁶ 大和成和病院, ⁷ 前田記念腎研
研究所茂原クリニック, ⁸ 小張総合病院
(2009.10.9 受付, 2010.11.18 受理)

表1 患者背景(1)HAVOC score

| | Group L (HAVOC<3.5) (n=66) | Group H (HAVOC ≥ 3.5) (n=69) | p value |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------|
| Age (years, mean±std) | 58.2±7.6 | 71.4±6.4 | 0.0001 |
| Male gender(%) | 59 (89) | 56 (81) | 0.22 |
| New York Heart Association (mean±std) | 2.35±0.93 | 2.43±0.9 | 0.68 |
| EuroSCORE (mean±std) | 4.12±2.23 | 7.82±3.47 | 0.0001 |
| HAVOC score (mean±std) | 3.08±0.33 | 4.04±0.42 | 0.0001 |
| Hypertension (%) | 42 (64) | 48 (70) | 0.19 |
| Hyperlipidemia (%) | 33 (50) | 35 (51) | 0.83 |
| Diabetes (%) | 42 (63) | 43 (63) | 0.89 |
| Hemodialysis (%) | 11 (17) | 12 (17) | 0.5 |
| Chronic obstructive lung disease (%) | 2 (3) | 0 (0) | 0.08 |
| Emergent surgery (%) | 2 (3) | 11 (16) | 0.0077 |
| Peripheral vascular disease VD (%) | 5 (8) | 27 (39) | 0.0001 |
| Chronic heart failure (%) | 27 (41) | 43 (62) | 0.0182 |
| Left main disease | 15 (23) | 20 (29) | 0.4 |
| Three vessel disease | 31 (47) | 31 (46) | 0.94 |
| Previous heart surgery | 2 (3) | 3 (4) | 0.43 |
| Previous catheterization | 12 (18) | 20 (29) | 0.14 |

較検討を試みた。

II. 対象と方法

2002年7月から2007年10月まで当院で施行された冠動脈バイパス手術892例のうちEF40%未満の低左心機能症例135例を対象とした。これらをHAVOC score 3.5未満のlow risk群(L群)66例、HAVOC score 3.5以上のhigh risk群(H群)69例に分類し、その背景を表1に示す。

手術の危険率予測ファクターとしては、EuroSCORE⁵⁾を使用した。

合併手術はL群で29手術(44%) (僧帽弁形成術10例、僧帽弁置換1例、大動脈弁置換4例、三尖弁形成術1例、左室形成術7例、Maze1例、ペースメーカー植え込み術1例、乳頭筋近接術2例、左室内血栓除去2例)、H群で39手術(57%) (僧帽弁形成術13例、僧帽弁置換3例、大動脈弁置換5例、三尖弁形成術3例、左室形成術3例、Maze4例、ペースメーカー植え込み術1例、乳頭筋近接術1例、人工血管置換術6例：弓部置換2例、腹部大動脈4例)であった。

これらL群とH群のそれぞれについて、術後挿管時間、ICU滞在日数、術後在院日数、心機能の推移、術後合併症等、遠隔期死亡について比較検討を行った。

術後遠隔期追跡率は91.9%、L群90.9%、H群92.8%であった。

観察期間は術後22.0±20.7カ月であった(4~72カ月)。

観察期間はL群25.7±22.2カ月、H群18.7±18.6カ月(p=0.055)であった。

手術の危険率予測因子として用いたEuroSCOREで135例をlow risk(3以下)34例、middle risk(4~7)62例、

high risk(8以上)36例に分けて、手術成績を比較した。

遠隔期成績の評価として、Kaplan-Meier法によって生存分析を行い、予後因子としては年齢(70歳以上、70歳未満)、性別、左室駆出率(30%未満、30%以上40%未満)、血液透析の有無、HAVOC score(3.5未満、3.5以上4.0未満、4.0以上)、EuroSCORE(0-3: low risk, 4-7: middle risk, 8以上: high risk)、術前僧帽弁逆流の有無(II度以上)、合併手術の有無、左主幹部病変の有無など9項目を単変量解析で検討した。

また、135例を中等度低左心機能症例(EF30%以上40%未満)85例、高度低左心機能症例50例(EF30%未満)に分けて、術前、術後退院時、中期遠隔期の脳性ナトリウム利尿ペプチド(brain natriuretic peptide: BNP)、EFの変化を比較検討した。

EFの評価は全例心臓超音波検査にて行った。

手術の危険率予測因子として用いたEuroSCOREで135例をlow risk(3以下)34例、middle risk(4~7)62例、high risk(8以上)36例に分けて、手術成績を比較した。

術前II度以上の僧帽弁閉鎖不全を伴う症例は63例であった。

当院の方針としては、III度以上を修復の適応と考えているが、術前II度以下でもIII度以上の僧帽弁閉鎖不全による心不全の既往がある症例や、術中に1000mlの容量負荷を行って逆流がIII度以上に増悪する症例に対しては積極的に修復を行った。逆に逆流がIII度以上あっても心拍動下バイパスを先行させて、血行再建により逆流が改善する症例や、肝硬変、大動脈の高度石灰化、慢性閉塞性肺疾患など体外循環のリスクが高い症例では僧帽弁の修復を行わなかった。

表2 患者背景(2)冠動脈バイパスデータ

| | Group L (HAVOC<3.5) (n=66) | Group H (HAVOC ≥ 3.5) (n=69) | p value |
|--|-------------------------------|---------------------------------|---------|
| Off pump coronary artery bypass (%) | 42 (66) | 41 (69) | 0.64 |
| Number of grafts | 3.77±1.45 | 3.50±1.40 | 0.28 |
| Left internal thoracic artery graft (%) | 58 (88) | 62 (90) | 0.51 |
| Right internal thoracic artery graft (%) | 41 (62) | 38 (56) | 0.13 |
| Gastroepiploic artery graft (%) | 32 (48) | 27 (39) | 0.27 |
| Saphenous vein graft (%) | 31 (47) | 44 (64) | 0.43 |
| Radial artery graft (%) | 16 (24) | 11 (16) | 0.009 |
| All arterial graft (%) | 35 (53) | 25 (36) | 0.05 |

表3 結果 手術因子, 術後因子

| | Group L (HAVOC<3.5) (n=66) | Group H (HAVOC ≥ 3.5) (n=69) | p value |
|---|-------------------------------|---------------------------------|---------|
| Intubation time (hr) | 19.3±6.4 | 32.5±6.4 | 0.075 |
| Intensive care unit stay (day) | 2.8±2.9 | 4.8±6.5 | 0.03 |
| Hospital stay (day) | 11.0±5.0 | 17.9±22.3 | 0.02 |
| Operation time (min) | 392±151 | 388±154 | 0.88 |
| Pump time (min) | 203±88 | 218±147 | 0.68 |
| Cross clamp time (min) | 108±42 | 114±71 | 0.72 |
| CPK | 1075±1277 | 1048±1134 | 0.55 |
| CK-MB | 83±137 | 67±64 | 0.41 |
| Low output syndrome | 7 (11) | 4 (6) | 0.3 |
| Ventricular tachycardia or fibrillation | 6 (9) | 2 (3) | 0.12 |
| Atrial fibrillation | 12 (18) | 20 (28) | 0.19 |
| Continuous hemofiltration | 6 (9) | 11 (16) | 0.22 |
| Stroke | 1 (2) | 0 (1) | 0.97 |
| Mediastinitis | 0 (0) | 1 (1) | 0.24 |
| Gastrointestinal complication | 1 (2) | 0 (0) | 0.23 |
| Blood transfusion | 18 (27) | 23 (33) | 0.02 |

検査値は、平均±標準偏差にて表し、2群間の検討には Student's t test, 又はカイ2乗検定を用い、有意水準は5%未満とした。対応のあるデータの3群間以上の比較には repeated measures ANOVA を使用した。

これらの統計処理には JMP(SAS Institute., SAS Campus Drive, Cary, North Carolina 27513)を使用した。

III. 結 果

術式はL群66例, H群69例のうち、単独CABGはL群45例, H群45例であり、このうちOPCAB施行例(施行率)はL群42例(93.3%), H群43例(95.5%)であった。OPCABにおける平均バイパス本数はL群, H群でそれぞれ3.77±1.45本, 3.50±1.40本であった。OPCABにおける全動脈グラフト手術はL群35例(53%), H群25例(36%)であった(表2)。

なおOPCABから体外循環下のCABGへ移行した症例はL群の1例のみであった。

この症例は左主幹部病変を伴う3枝病変を有する症例

で、LAD(左前下行枝)への吻合中に心室細動となり、緊急に体外循環を確立して手術を行った。

術後経過および合併症について表3に示す。手術死亡はL群で5人(緊急2例, 再手術1例, 透析2例)で死因は不整脈2例, 心不全2例, NOMI 1例(non occlusive mesenteric artery ischemia: 非閉塞性腸管虚血), H群では3例(緊急1例, 透析1例, 緊急の透析患者1例)で死因は心不全2例, 肺炎1例であった。

主な合併症の発生率に有意差はなかったが、人工呼吸管理時間, ICU滞在日数, 術後在院日数において、H群で術後経過が遅延する傾向にあり、ICU滞在日数, 術後在院日数で有意差を認めた(表3)。

危険率予測因子として、EuroSCOREでlow risk(0-3)34例, middle risk(4-7)62例, high risk(8-)36例に分けて、手術成績を比較すると、low riskは手術死亡0例(0%), middle riskは手術死亡2例(3.2%), high riskは手術死亡6例(16.7%)で、high risk群で有意に成績が不良であった。

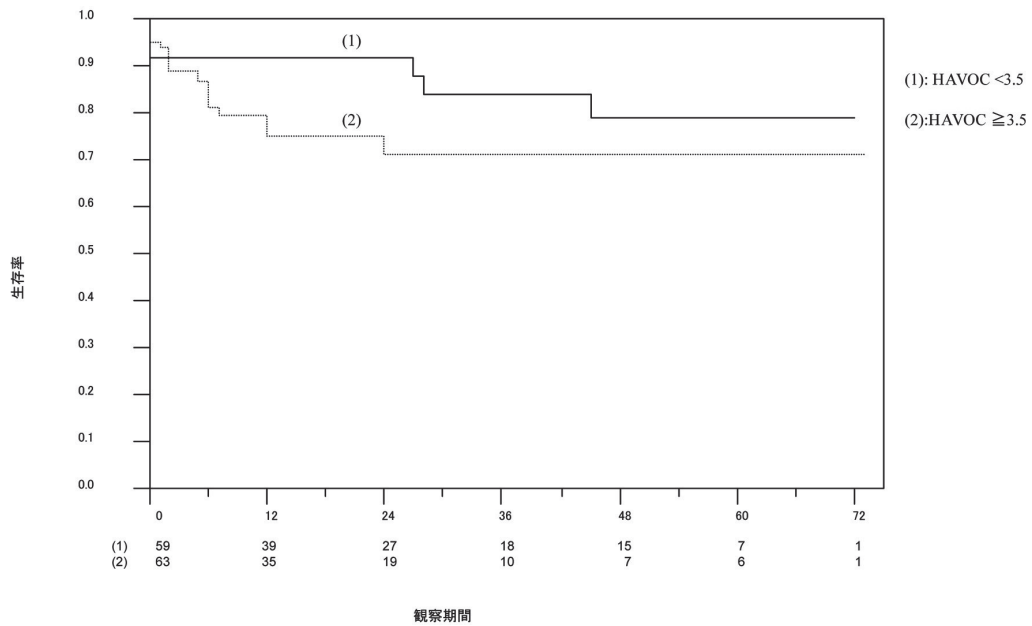


図1 HAVOC score による (3.5 未満, 3.5 以上) 予後の比較

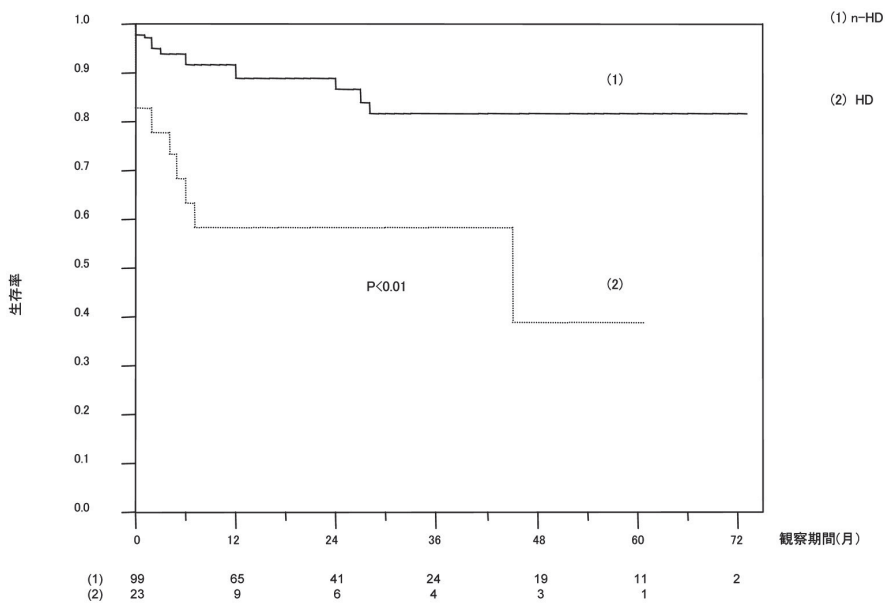


図2 血液透析 (HD 群) と非血液透析 (non HD) 群の予後の比較

術後中期遠隔死亡はL群3例で内訳は脳梗塞1例(術後45カ月), 心筋梗塞1例(術後27カ月), 癌1例(術後28カ月)であり, H群では12例で内訳は, 脳血管障害3例(脳梗塞2例:術後5カ月, 術後7カ月, 脳出血1例:術後24カ月), 心不全2例(術後6カ月, 12カ月), 肺炎1例(術後2カ月), 縦隔炎1例(術後2カ月), 腎疾患1例(術後12カ月), 在院死1例(術後2カ月), 不明3例(術後6カ月, 術後6カ月, 術後1年)であった。

CABG症例全体の5年生存率は73.9%であり, 5年生存率はそれぞれL群78%, H群71%であったが, 両群間に

有意差は認めなかった(図1)。

遠隔成績を低下させる因子としては, 術前透析(図2), BNP 400 pg/ml以上の症例(図3), および HAVOC score 4以上(図4), EuroSCORE(図5)であり, 年齢, 性別, 術前左室駆出率, 合併手術, 術前僧帽弁閉鎖不全, 左主幹部病変は予後規定因子ではなかった。

HAVOC score 3.5 未満, 3.5 以上では予後に差はなかったが, HAVOC score 3.5 未満, 3.5 以上 4.0 未満の群と 4 以上の群では中期遠隔成績に差を認めた(図4)。

また, 中等度低左心機能症例(EF 30%以上 40%未満)

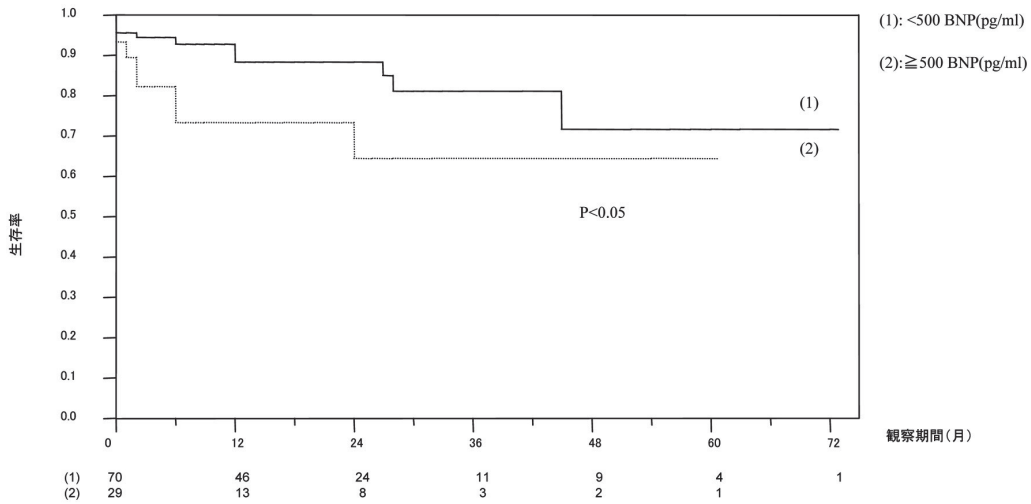


図3 術前BNP(脳性ナトリウム利尿ペプチド)400 pg/ml以上の群と400 pg/ml未満の群における予後の比較

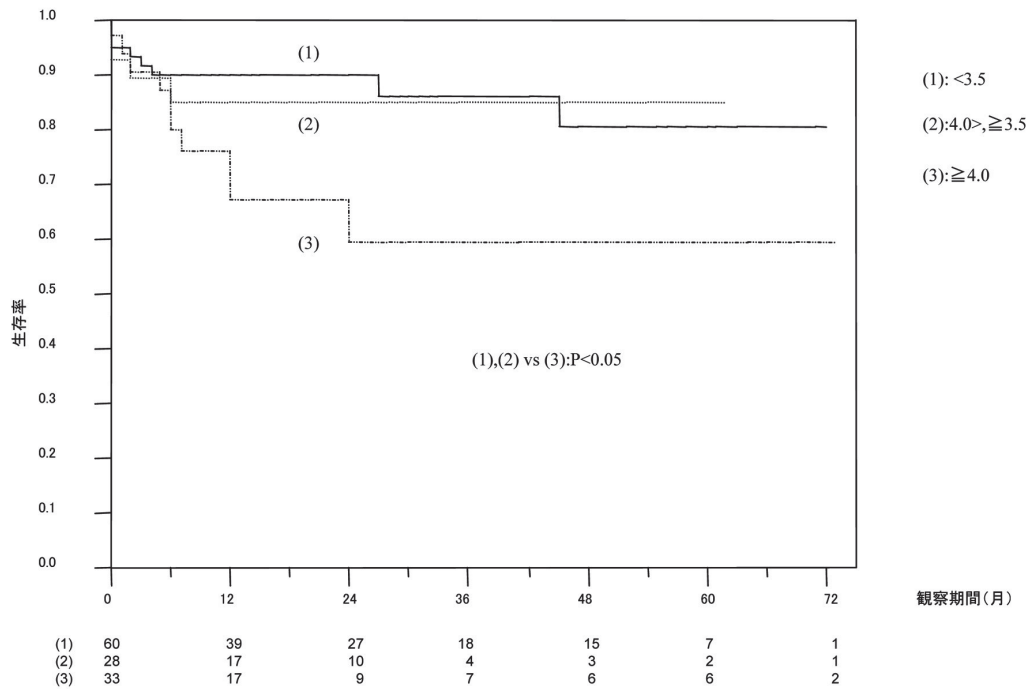


図4 HAVOC score(3.5未満, 3.5以上4.0未満, 4.0以上)における予後の比較

では術前EF $34.8 \pm 3.4\%$, 術後退院時 $36.2 \pm 12.8\%$, 中期遠隔期 $37.6 \pm 12.0\%$ とほぼ横ばいであったのに対して, 高度低左心機能症例(EF 30%未満)では術前EF $22.0 \pm 4.4\%$, 術後退院時 $32.0 \pm 12.0\%$, 中期遠隔期 $33.0 \pm 12.8\%$ と術前に比較して改善を示したが, 両群間で統計学的に有意差は認めなかった. またBNP値も中等度低左心機能症例では術前 499 ± 999 (pg/ml), 術後退院時 597 ± 843 (pg/ml), 中期遠隔期 331 ± 592 (pg/ml)に対して, 高度低左心機能症例では術前 1181 ± 1789 (pg/ml), 術後退院時 636 ± 772 (pg/ml), 中期遠隔期 274 ± 279 (pg/ml)と術前に比較し

て, 高度低左心機能症例の方が術後退院時, 遠隔期にかけての改善率が高かったが, EF同様に有意差は認めなかった(図6, 図7).

II度以上の僧帽弁閉鎖不全症例59例の内訳はII度36例, III度13例, IV度14例であった. 手術は総計27例(弁置換4例, 人工弁輪23例, 乳頭筋近接術3例)であった.

弁修復を行った症例の弁逆流の程度は術前 2.93 ± 0.96 度, 術後退院時 0.60 ± 0.63 度, 術後外来時 1.25 ± 0.89 度であった. 一方弁修復を行わなかった症例36例の弁逆流の程度は術前 1.71 ± 0.86 度, 術後退院時 1.48 ± 0.72 度, 外来時

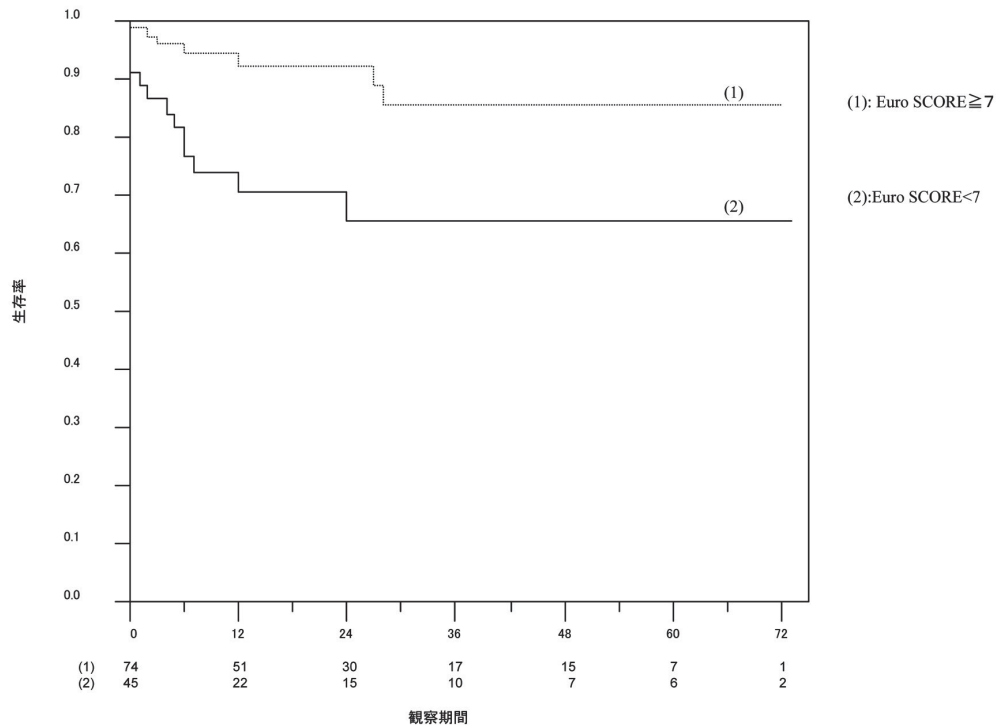


図5 EuroSCOREにおける予後の比較

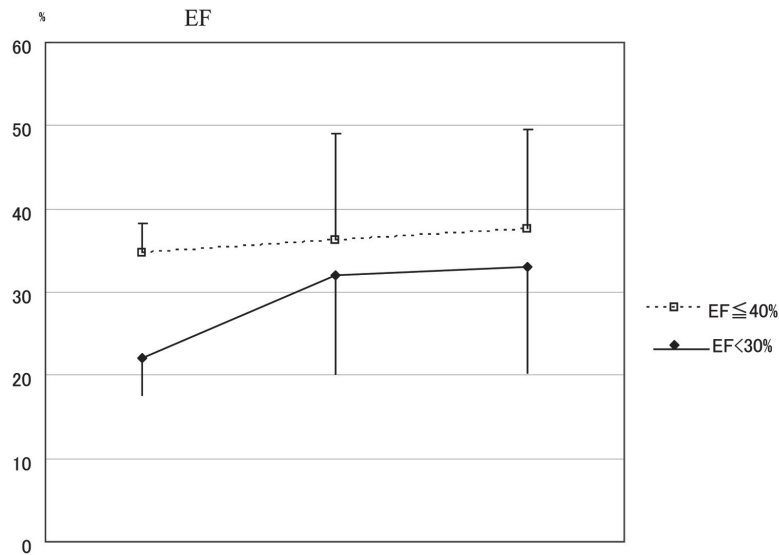


図6 EFの推移(中等度低左心機能症例と高度低左心機能症例の比較)

1.66±0.90度であった。

なお、弁修復を行わなかった症例の経時的変化は、II度26例では遠隔期の逆流は、不変21例、増悪2例、改善は3例で、III度7例では不変が4例、改善3例、増悪例なしであり、IV度では不明2例、改善2例であった。

在院、遠隔死亡した21例中術前II度以上の僧帽弁閉鎖例は9例(II度4例、III度1例、IV度4例)あり、弁形成5例、弁置換1例が行われていたが、弁形成例に関して逆

流の増悪を認めた症例はなかった。

また、I度で放置した血液透析症例2例で1年以内に逆流がIV度に増悪した症例をみとめた。

IV. 考 察

左室駆出率による低左心機能の定義は文献によってばらつきがあり、以前は40%以下であり、最近ではおおむねEF 25%から35%以下となり、今後は25%以下とされ

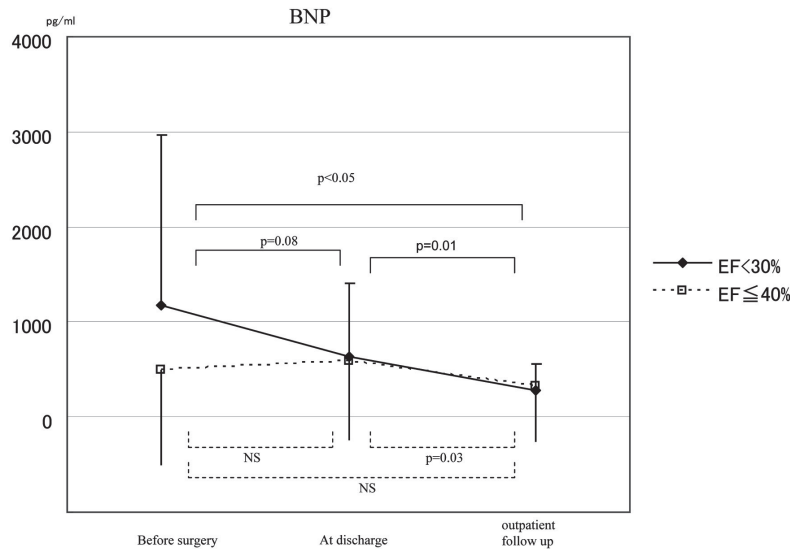


図7 BNPの推移(中等度低左心機能症例と高度低左心機能症例の比較)

る傾向にあると思われる。

低左心機能症例に対するCABGの手術死亡率はEF ≤ 25~35%では7~10%と正常心機能のCABGよりも手術死亡率が高い^{3, 6-8)}。低左心機能症例に対するOPCABの比率は15%³⁾(EF ≤ 25%), 25%⁶⁾(EF ≤ 30%), 44%⁷⁾(EF ≤ 35%)であり、一般にEFが低下するにつれてOPCAB施行率の低下が認められる。

しかし、OPCABが低左心機能症例に対して施行できればその死亡率は4~6%前後と低く、合併症の発生率も低く、安全性が証明されつつある⁵⁻⁷⁾。

術後人工呼吸、ICU滞在日数、術後在院日数はS群で遷延する傾向があったが、有意差はなかった。

当病院ではOPCABを積極的に施行することにより術後合併症の軽減をめざしてきたが、今回の結果でもわかるように術後死亡、合併症とも前述の報告と同様の成績であり、40%未満の低左心機能症例に対する冠動脈バイパスの手術死亡率5.9%は許容範囲と考えられた。

また、手術成績の危険率予測ファクターとして用いたEuroSCOREでは、low riskで手術死亡がなく、middle riskでは3.2%、high riskでは16.7%とEuroSCORE通りの結果であり、手術成績の予測因子として有用と考えられた。

特に血液透析症例は問題で、死因は非閉塞性腸管虚血症、心不全、不整脈などであった。

低左心機能を有する虚血性心疾患の予後は、内科的加療の5年生存率が40%、バイパス加療が60%とされ、われわれの5年生存率が74%であることを考えれば、外科治療を優先されるのは当然のことと思われる²⁾。

BouchartらによればEF ≤ 25%の5生率は70%とし、予後の悪化因子として心拡大と、NYHAクラス4を挙げ

ている⁸⁾。DeRoseらは544例の低左心機能(EF < 25%)に対するCABGの長期予後の因子として1)年齢、2)心不全の既往、3)末梢動脈病変の有無、4)慢性閉塞性肺疾患の有無、5)緊急手術の5項目があるとして、それをスコア化し、スコアの高い症例では手術を行っても予後の改善が内科的加療と変わらず、むしろ虚血性心筋症として、心臓移植などの別の治療を選択すべきとしている(HAVOC score)⁴⁾。

術前BNPが高い症例ほど、遠隔予後が悪い傾向が認められたため、術前心不全が未治療のためBNPが高い症例では、術前管理による心不全治療の必要性が示された。

EF 30%未満の高度低左心機能症例に対して冠動脈バイパスを施行した場合、今回の結果によると、EFは術後早期から平均10%改善し、その傾向は中期遠隔期においても持続しており、高度低心機能群の多くが、術後は中等度心機能低下例となり、術前のEF自体が術後遠隔期の成績を左右しない結果となったと考える。

EF 40%未満の症例では30%未満であれ、40%未満の症例であれ、EF自体は予後に関係がなく、むしろ単独因子としては術前のBNP(心不全の程度)、透析、EuroSCOREが、総合評価としてはHAVOC scoreが予後を左右すると考えられた。

なお、合併症の評価にはHAVOC scoreが重要と考え、DeRoseらは、低左心機能症例に対する予後因子として、HAVOC scoreを示しているが、われわれの症例においても、同様の予後成績であり、有用な指標になると考えられた(図4)。

術前HAVOC score 4.0以上の症例については退院後も術後管理を慎重に行う必要があると考えられた。

EF 40%未満135例のうち63例(47%)にII度以上の僧

帽弁閉鎖不全が認められた。

II度以下であっても、術中の容量負荷で逆流が増悪する症例やIII度以上の逆流による心不全の既往がある症例では、積極的に弁修復を行った。

II度以上の逆流放置例では、冠血行再建のみで改善する症例もあるが、中期遠隔期に増悪する症例もあり、注意深い観察が必要と考えられた。

V. 結 語

低左心機能症例に対する冠動脈バイパス手術は、そのほとんどをOPCABで行うことが可能で、術後経過に関しても満足する経過が得られた。しかし、血液透析症例、BNP高値例や術前のリスク評価(HAVOC score)においてハイリスクと考えられた症例では、予後不良であり、術前管理や治療選択の指標になると考えられた。

文 献

- 1) Soliman Hamad MA, Tan ME, van Straten AH, van Zundert AA, Schönberger JP: Long-term results of coronary artery bypass grafting in patients with left ventricular dysfunction. *Ann Thorac Surg* 2008; **85**: 488–493
- 2) O'Connor CM, Velazquez EJ, Gardner LH, Smith PK, Newman MF, Landolfo KP, Lee KL, Califf RM: 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 Daabank). *Am J Cardiol* 2002; **90**: 101–107
- 3) Toda K, Mackenzie K, Mehra MR, DiCorte CJ, Davis JE, McFadden M, Ochsner JL, White C, Van Meter CH: Revascularization in severe ventricular dysfunction (15% LVEF 30%): a comparison of bypass grafting and percutaneous intervention. *Ann Thorac Surg* 2002; **74**: 2082–2087
- 4) DeRose JJ, Toumpoulis IK, Balaram SK, Ioannidis JP, Belsley S, Ashton RC, Swistel DG, Anagnostopoulos CE: Preoperative prediction of long-term survival after coronary artery bypass grafting in patients with low left ventricular ejection fraction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; **129**: 314–321
- 5) Roques F, Nashef SA, Michel P, Gauducheau E, de Vincentiis C, Baudet E, Cortina J, David M, Faichney A, Gabrielle F, Gams E, Harjula A, Jones MT, Pintor PP, Salamon R, Thulin L: Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; **15**: 816–822
- 6) Arom KT, Flavin TF, Emery RW, Kshetry VR, Petersen RJ: Is low ejection fraction safe for off-pump coronary bypass operation? *Ann Thorac Surg* 2000; **70**: 1021–1025
- 7) Darwazah AK, Abu Sham'a RA, Hussein E, Hawari MH, Isail H: Myocardial revascularization in patients with low ejection fraction<35%: Effect of pump technique on early morbidity and mortality. *J Card Surg* 2006; **21**: 22–27
- 8) Bouchart F, Tabley A, Litzler PY, Haas-Hubscher C, Bessou JP, Soyer R: Myocardial revascularization in patients with severe ischemic left ventricular dysfunction. Long term follow-up in 141 patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; **20**: 1157–1162