

緊急 CABG 前の循環管理，特に補助循環の適応と導入時期

有馬 健

Arima K: Circulatory management before urgent CABG, indication and induction timing of circulatory assist device. J Jpn Coron Assoc 2005; 11: 33-38

I. はじめに

Stent そして drug eluting stent が出現し，冠動脈インターベンション (percutaneous coronary intervention: PCI) の成績はさらに向上し，冠動脈バイパス術 (coronary artery bypass grafting: CABG) の領域を侵略している。また，PCI 不成功により緊急 CABG が行われる頻度も 1985 ~ 1986 年の 5.8% から 1997 ~ 1998 年の 0.4% に年々劇的に減少している¹⁾。しかし，PCI と CABG は車の両輪であり，何が何でも PCI を行うという態度は戒めなくてはならない。迅速な治療が可能であるが，少なくなってきたとはいえ再狭窄がある PCI と，迅速性は低い術後の長期予後に優れた CABG は，その特性を把握し，使い分けるべきである。また，主要冠動脈の PCI 不成功は時に重篤な状態を引き起こし，緊急に CABG が必要となることもある。インターベンションを行う医師は日頃から，心臓外科医と良好な信頼関係を築いておくことが重要である。

II. 緊急 CABG の成績

従来緊急 CABG の成績は不良とされてきた。事実 1996 年の全国集計では²⁾，待機的手術の死亡率が 3.1% であるのに対し緊急手術では 14.9% と著しく不良であった。緊急手術の時期が遅くなるほど，重篤な患者は死亡してしまい手術対象とならないため，手術成績は改善するとも考えられる。Wasvary ら³⁾の報告では心筋梗塞発症 6 時間以内の手術成績は悪かったが，多変量解析では左心機能低下，高齢，ショック，低心拍出が独立した危険因子であり，手術のタイミングは予後に影響しなかったとしている。また，西田ら⁴⁾は緊急 CABG の 5 年生存率を 95.1% と報告し，待機 CABG と遜色ないとしている。

III. 緊急 CABG の適応

1. PCI 不適応もしくは不成功の急性冠症候群

本邦では，不安定狭心症や急性心筋梗塞に対しては，現在 PCI を first choice としている施設が多い。しかし，PCI

に適さない症例もある。このような例でも状態によっては PCI を行わざるを得ないが，状態が安定していれば大動脈内バルーンポンピング (intra-aortic balloon pumping: IABP) による循環補助を行いながら緊急 CABG に持ち込むのが好ましい。西田ら⁴⁾は，急性冠症候群 (acute coronary syndrome: ACS) の多枝病変や左主幹部 (left main trunk: LMT) 病変例では，血流途絶や血流遅延があれば PCI を選択したほうがよいが，TIMI 3 の順行性血流が得られている場合には，CABG を一次的治療法として積極的に適応すべきであるとしている。

表 1 に AHA/ACC の ST 上昇心筋梗塞のガイドラインにおける緊急 CABG の適応を示す⁵⁾。Class I は，a. PCI 不成功で胸痛が持続するか血行動態が不安定な場合，b. 内科療法抵抗性で虚血の領域が大きい場合，c. 合併した心室中隔穿孔や僧帽弁閉鎖不全の修復を行う場合などである。

図 1 に ACC/AHA の ST 上昇心筋梗塞のガイドライン⁵⁾での心原性ショックを併発した例の治療指針を示す。冠動脈病変の重症度別に治療戦略が選択される。1 ~ 2 枝病変，もしくは中等度の 3 枝病変までは，責任病変の PCI が推奨されている。重篤な 3 枝病変や左主幹部病変では緊急 CABG が推奨されているが，緊急 CABG を行い得ない場合は PCI を行うとなっている。

近年心拍動下冠動脈バイパス術 (off-pump CABG) は低侵襲であり適応が拡大されつつある。Naito ら⁶⁾は IABP を必要とする心原性ショックを伴った急性心筋梗塞に対して off-pump CABG により血行再建を行い，良好な結果を得たと報告している。この中で，回旋枝領域への血行再建が必要な例では IABP を用いても血行動態の維持が困難なことが多く，人工心肺を必要としている。しかし，心脱転が少なく済む前壁および下壁への血行再建では，off-pump CABG を積極的に導入してもよいとしている。

2. PCI 不成功例

待機 PCI 不成功例のうち，主要冠動脈の閉塞を併発し PCI で再開通不能な場合は，緊急 CABG の適応となる。特に血行動態が不安定となった症例では迅速な対応が必要となる。IABP，必要に応じ経皮的な心肺補助装置 (percutaneous cardiopulmonary support: PCPS) の使用により血行動態を維持しながら，心臓外科医とコンタクトを取る。

春日部市立病院内科 (〒344-8588 埼玉県春日部市中央 7-2-1)

表 1 緊急外科的再灌流 (acute surgical reperfusion)

Class I

ST上昇心筋梗塞患者の緊急もしくは準緊急CABGは以下の状況では行われるべきである：

- PCI不成功例で、持続する胸痛もしくは血行動態が不安定であり、冠動脈が解剖学的に外科手術に適している。(証拠レベル：B)
- 内科的治療で持続する、もしくは繰り返す虚血があり、冠動脈が解剖学的に外科手術に適していて、危険にさらされている領域が大きく、PCIや血栓溶解療法の対象とならない例。(証拠レベル：B)
- 梗塞後の心室中隔穿孔もしくは僧帽弁閉鎖不全の修復の際。(証拠レベル：B)
- 心原性ショックで、75歳未満のST上昇を伴うか、左脚ブロックを伴うか、梗塞後の患者で、発症36時間以内にショックとなった、重症多枝病変もしくは左主幹部病変を持った、そして血行再建に適していてショック発症18時間以内に行える場合で、患者の希望や他の侵襲的治療が禁忌や不相当であり、さらなる補助が無益である場合を除く。(証拠レベル：A)
- 生命を脅かす不整脈を50%以上の狭窄を認める左主幹部病変例and/or 3枝病変例に認める。(証拠レベル：B)

Class IIa

- 緊急CABGは、解剖学的に適していて血栓溶解薬やPCIの対象とならない。そしてST上昇心筋梗塞の発症早期(6~12時間)であり、特に重篤な多枝病変や左主幹部病変が存在する場合、1次的な再灌流戦略として有益となり得る。(証拠レベル：B)
- 緊急CABGは選択された75歳以上のST上昇か、左脚ブロックか、梗塞後の患者で、重篤な3枝病変もしくは左主幹部病変を持ち、血行再建に適していてショック発症18時間以内に行える場合、有効であり得る。(証拠レベル：B)

Class III

- 緊急CABGは持続性の胸痛があるが、危険にさらされている領域が小さく、血行動態的に安定している患者には行われるべきではない。(証拠レベル：C)
- 緊急CABGは表在冠血管の再灌流に成功するも微小循環の再灌流に成功しなかった患者には行われるべきではない。(証拠レベル：C)

文献 #5 より引用

IV .循環補助の種類と適応

現在、冠動脈疾患に臨床で緊急に用いられている循環補助は、IABPとPCPSである。

1. IABP

IABPの効果は、冠動脈血流を増加させ、左室の後負荷を減少させることにある。基本的に圧補助であり、ある程度の血圧が維持された状態でないと有効ではない。

前述したACC/AHAのST上昇心筋梗塞のガイドライン⁵⁾では、心原性ショックに対しては、IABPは循環補助の中心的役割を占めており、まずIABPを挿入し血行動態を安定させ、ついで冠動脈造影を行うことが推奨されている(図1)。

また、ACC/AHAの不安定狭心症と非ST上昇心筋梗塞のガイドライン⁷⁾では、強力な内科治療にもかかわらず強い虚血が続いていたり、反復した場合や、冠動脈造影前後に血行動態が不安定な患者に対するIABPの使用はClass IIaとされている(証拠レベルC)。

禁忌としては、Sellers 2度以上の大動脈弁閉鎖不全症、大動脈解離、大動脈-腸骨動脈の高度の動脈硬化などが挙げられる。合併症としては挿入時の血管損傷、下肢などの阻血、感染症などがある。

緊急CABGを必要とする患者では、原則的にIABPを挿入し、血行動態を少しでも安定させておくことが重要である。

Stoneら⁸⁾は、1996年~2001年に急性心筋梗塞でIABPを使用した250施設の5,495例を検討した。IABPを使用した理由は心原性ショック27.3%、冠動脈造影もしくはPCI中のサポート27.2%、高リスク手術に際して11.2%、心筋梗塞の機械的合併症11.7%、難治性の心筋梗塞後不安定狭心症10.0%であった。IABP挿入は97.7%で成功した。診断造影が96%に行われ、83%に退院前に冠再開通療法が施行された。院内死亡率は20%(ショック例では38.7%)であった。重篤なIABPの合併症は2.7%のみに起こり、早期に抜去が必要であったのは2.1%のみであった。このように近年IABPの改良等により合併症が減っており、使用にあたっての制限が少なくなっている。

後述するPCPSを併用して、インターベンションを行う場合には、確保するルートは動脈に3本、静脈1本となる。上肢からPCIルートを確保してある場合は左右の鼠径部からIABP、PCPSカニューレを挿入することができる。しかし、ショックとなっている患者では上肢の動脈の穿刺は難しいことが多い。この際、IABPの内腔を通してインターベンションを行うことができる吉岡式のIABPを使用すると動脈穿刺は2ルートで済む。ただし、吉岡式IABPは13Fと太く、ルーチンの使用には向かない。

2. PCPS

PCPSは強力な心肺補助装置であり、通常、静脈に17F長さ70cmの脱血カテーテルを右房内まで入れ、遠心ポンプを用いて脱血する。そして、人工肺を用いて酸素化を行

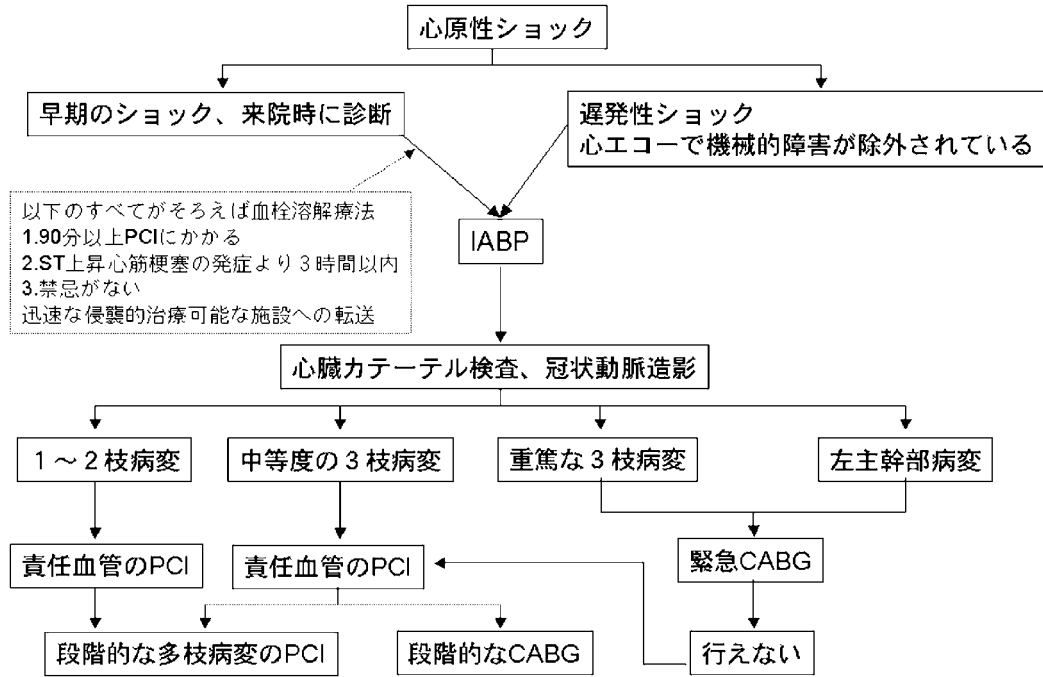


図1 心原性ショックを併発したST 上昇心筋梗塞の再灌流療法
文献 #5 より引用

い、動脈に挿入した14F長さ30cmの送血カテーテルより逆行性に血液を送る。PCPSは流量補助であり、3/1分程度の血液を送ることができる。このため、PCPS中の患者は心室細動でも意識があることがある。繰り返す心室細動などでは頻回の除細動が必要となることがあるが、PCPS下では血行再建後まで心室細動を放置することも可能で、頻回の通電による心筋ダメージを回避することができる。

急性心筋梗塞に合併したショックに対するPCPSの成績についてAibaら⁹⁾の報告は、院内死亡に関連する最も有意の因子はショックスコアであり、ショックスコアが4～8点の患者ではPCPSでは13例中5例が生存、IABPでは19例中1例のみが生存で、両群間に有意差があった(p<0.05)。一方、ショックスコアが9以上の患者ではPCPS、IABPともに全例が死亡した。このことより心原性ショックにPCPSを使用するならばショックが進行しすぎる前に導入する必要があることが分かる。長時間心肺蘇生法を行った後や、ショックが持続し臓器不全が進行してから挿入しても効果は限られている。

ただし、PCPSの送脱血用カテーテルは太く、挿入部の血管合併症が少なくない。下肢の阻血は重篤となることもあり、血管の状態を考慮した患者選択が必要となる。送血カテーテルを細くすると回路内圧が上昇するため、そのサイズダウンには限界がある。近年細くなり合併症が減少してきたIABPのように気軽に使用するわけには、なかなかいかない。

V. ACSもしくはPCI中に起きたショックの治療戦略

PCPSを治療戦略に組み込んだガイドラインはない。図2に当院におけるACSもしくはPCI中に起きたショックの治療戦略を示す。

カテコラミンand/or急速補液に反応しない例で、収縮期血圧70mmHg未満や心肺蘇生法を要する例では、IABPでは血行動態の維持は困難である。このため、IABPを用いず最初からPCPSによる循環補助を行う。

カテコラミンand/or急速補液に反応しない例で、収縮期血圧70mmHg以上でショックが持続する場合はIABPを選択する。さらにIABP補助下でもショックが持続する例に対してはPCPSを併用する。

この際最も大事なのは、重要臓器、特に脳循環の確保である。心マッサージをしながらPCIを行うのは、技術的にも困難であるし、脳循環を確保できない。時機を逸せずIABP、PCPSを導入すべきである。重篤例ではPCIを行うルートとは別に、鼠径部より動静脈を5F程度のシースで確保しておくことが重要である。急変し、心停止してから確保しようとしても困難なことが多い。そして、PCPSのための機材、スタッフを準備させておく(PCPSスタンバイ：まだプライミングはしない)。

可及的速やかにPCIを行うことを原則とし、できるだけ責任病変の再開通を目指す。困難だと判断すれば速やかにCABGを考慮する。PCIに固執し造影剤を大量に用い、長時間経過した後にCABGを考慮するのは、手術成績が悪

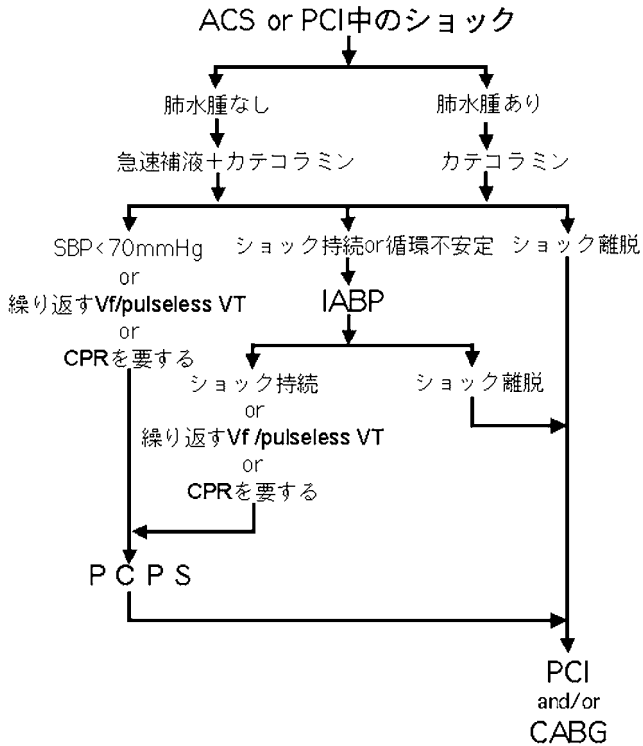


図2 ACSもしくはPCI中に起きたショックの治療戦略
ACS: acute coronary syndrome, PCI: percutaneous coronary intervention, SBP: systolic blood pressure, CPR: cardiopulmonary resuscitation, IABP: intraaortic balloon pumping, PCPS: percutaneous cardiopulmonary support, CABG: coronary artery bypass graft, VT: ventricular tachycardia

化するのは明白である。

心停止もしくは極度の低心拍出状態でPCPSを用いると、血圧の拍動はなくなり定常流となる。これに対しIABPを用いると拍動流となるとともに、圧補助を行うことができる。また、PCPSは左室の後負荷の増大を伴うが、IABPには、その軽減効果もある。このため、PCPSにより循環を確保した後にIABPを挿入することも多い。PCPSを先に挿入した場合、前述したようにIABPとPCIを同時に行おうとすると、動脈に3ルート必要となる。このため、PCI中はIABPの挿入はせず、PCI終了後PCIルートをIABPルートに入れ替えることが多い。

VI. インフォームドコンセントと心臓外科への連絡

緊急CABGのインフォームドコンセントで内科医にとって重要なことは、冠動脈造影術前に、急変の可能性と、緊急CABGが必要となるかもしれないことを告げておくことである。特に待機的な冠動脈造影、PCIの場合この点を告げておかないとトラブルの可能性が高い。緊急冠動脈造影の場合もできるだけ患者家族に伝えるが、造影開始時に家族と連絡が取れない時もある。この場合でも、患者本人には告げておく必要がある。

診断造影もしくはPCI中に緊急CABGが必要と判断した

ら、患者家族へのインフォームドコンセントと心臓外科への連絡が必要となる。まず、患者本人に緊急CABGが必要であることを告げる。誠実に内科的療法の限界と外科治療の長期予後の良さを伝え、CABGを拒否されることはまれである。しかし、待機的な場合で術前の説明が不足していると、スムーズにいかないことがある。次に、当院のように心臓外科を持たない病院では、搬送先への連絡を行い受け入れ状況を確認する。サポートする医師もしくはカテーテル術者が連絡を入れることになるが、十分な知識があり状況を理解している者でなくてはならない。通常、家族へのインフォームドコンセントは、第1報を心臓外科に入れ、搬送先が受け入れ可能か確認している時に行っている。この際患者がCABGを受け入れていることを伝え、ほとんどの場合スムーズに進む。搬送先から受け入れ可能との連絡が入れば、患者家族に伝え搬送準備に入る。

VII. 症例

症例1: 50歳代男性、16年前に他病院でCABG、頻回の胸痛発作を主訴に入院し、冠動脈造影施行した(図3)。大伏在静脈グラフト(saphenous vein graft: SVG)の近位部に高度狭窄を認めた。このため、バルーンによる拡張を行ったが、屈曲が強くガイドワイヤー挿入が十分にできない状態でステント挿入は断念した。再手術を勧めたが本人の承諾得られず退院とした。1カ月後再度胸痛出現し不安定狭心症の状態での入院となった。PCIは困難と判断し、IABPを挿入し、救急車で都内の大学病院に搬送し緊急CABGとなった。

症例2: 60歳代男性、2カ月前より胸痛を頻回に認め、近医受診時胸痛発作を認め当院へ紹介された。緊急冠動脈造影施行したところ、左主幹の高度狭窄および重篤な3枝病変を認めた(図4)。冠血流は遅延なく流れており、IABPおよびニトロールの点滴により症状消失したため、緊急CABGの適応と判断した。カテーテル室より県内の大学病院の心臓外科にコンタクトを取りIABP駆動下に搬送した。

VIII. まとめ

緊急CABG前の循環管理、特に補助循環の適応と導入時期について概説した。

文 献

- 1) Smith SC Jr, Dove JT, Jacobs AK, Kennedy JW, Kereiakes D, Kern MJ, Kuntz RE, Popma JJ, Schaff HV, Williams DO, Gibbons RJ, Alpert JP, Eagle KA, Faxon DP, Fuster V, Gardner TJ, Gregoratos G, Russell RO, Smith SC Jr; American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines (Committee to revise the 1993 guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty); Society for Cardiac Angiography and Interventions: ACC/AHA guidelines for percutaneous coronary intervention (revision of the 1993 PTCA guidelines)-executive summary: a report of the American College of



図3 冠動脈造影 (症例1)

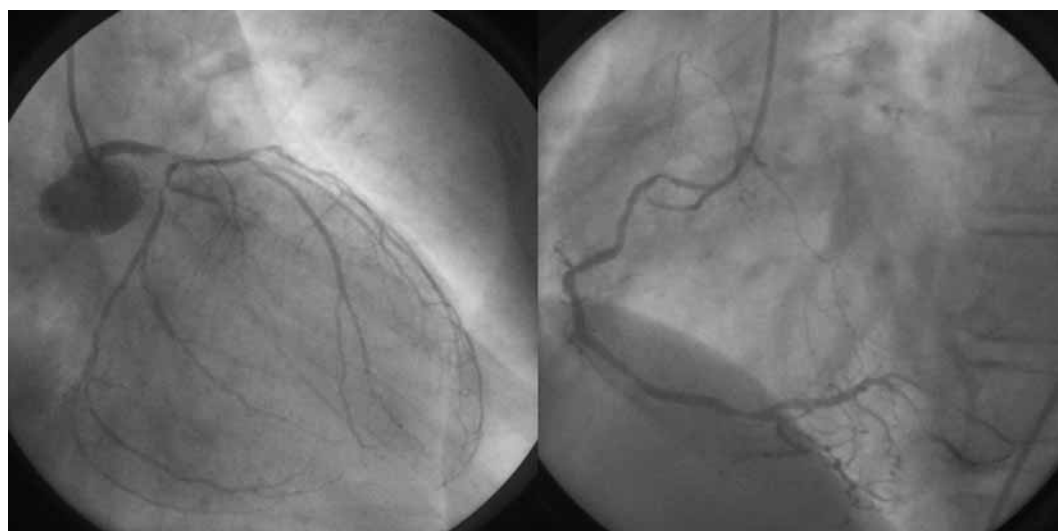


図4 冠動脈造影 (症例2)

Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines (Committee to revise the 1993 guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty) endorsed by the Society for Cardiac Angiography and Interventions. Circulation 2001; **103**: 3019-3041

2) Yasui H, Osada H, Ando N, Koyanagi H: Thoracic and car-

diovascular surgery in Japan during 1996: annual report by the Japanese Association for Thoracic Surgery. Committee of science. Jpn J Thorac Cardiovasc Surg 1998; 46: 406-420

3) Wasvary H, Shannon F, Bassett J, O'Neill W: Timing of coronary artery bypass grafting after acute myocardial infarction. Am Surg 1997; **63**: 710-715

- 4) 西田 博, 上杉英之, 富岡秀行, 富澤康子, 遠藤真弘, 小柳仁: IABPを必要とする acute coronary syndrome: 緊急CABGの早期及び遠隔成績から見たステント時代における治療戦略. ICUとCCU 1999; 23: 927-931
- 5) Antman EM, Anbe DT, Armstrong PW, Bates ER, Green LA, Hand M, Hochman JS, Krumholz HM, Kushner FG, Lamas GA, Mullany CJ, Ornato JP, Pearle DL, Sloan MA, Smith SC Jr, Alpert JS, Anderson JL, Faxon DP, Fuster V, Gibbons RJ, Gregoratos G, Halperin JL, Hiratzka LF, Hunt SA, Jacobs AK, Ornato JP: ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Revise the 1999 Guidelines for the Management of patients with acute myocardial infarction). J Am Coll Cardiol 2004; 44: E1-E211
- 6) Naito H, Kawata T, Mizuguchi K, Abe T, Ueda T, Nezu K, Taniguchi S: Off-pump coronary artery bypass grafting for patients with cardiogenic shock due to acute myocardial infarction. Kyobu Geka 2002; 55: 750-753
- 7) Braunwald E, Antman EM, Beasley JW, Califf RM, Cheitlin MD, Hochman JS, Jones RH, Kereiakes D, Kupersmith J, Levin TN, Pepine CJ, Schaeffer JW, Smith EE 3rd, Steward DE, Theroux P, Gibbons RJ, Alpert JS, Faxon DP, Fuster V, Gregoratos G, Hiratzka LF, Jacobs AK, Smith SC Jr; American College of Cardiology; American Heart Association. Committee on the Management of Patients with Unstable Angina: ACC/AHA 2002 guideline update for the management of patients with unstable angina and non-ST-segment elevation myocardial infarction - summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines (Committee on the Management of Patients with Unstable Angina). J Am Coll Cardiol 2002; 40: 1366-1374
- 8) Stone GW, Ohman EM, Miller MF, Joseph DL, Christenson JT, Cohen M, Urban PM, Reddy RC, Freedman RJ, Staman KL, Ferguson JJ 3rd: Contemporary utilization and outcomes of intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction: the benchmark registry. J Am Coll Cardiol 2003; 41: 1940-1945
- 9) Aiba T, Nonogi H, Itoh T, Morii I, Daikoku S, Goto Y, Miyazaki S, Sasako Y, Nakatani T: Appropriate indications for the use of a percutaneous cardiopulmonary support system in cases with cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. Jpn Circ J 2001; 65: 145-149