急性冠症候群に対するプレホスピタル 12 誘導心電図を含む 循環器救急診療システムの重要性

田原 良雄^{1,3}, 木村 一雄^{2,3}

Tahara Y, Kimura K: The clinical significance of emergency cardiovascular care system including prehospital 12-lead electrocardiogram for acute coronary syndrome. J Jpn Coron Assoc 2012; 18: 84-88

I. はじめに

日常診療での IT (information technology: 情報技術) 活用は循環器救急領域のガイドラインにも影響を及ぼしている。5 年ごとに改訂される心肺蘇生と救急心血管治療のためのガイドラインの 2010 年度版では、STEMI (ST elevation myocardial infarction: ST 上昇型心筋梗塞) 治療システムにおいて、救急隊員によるプレホスピタル 12 誘導心電図記録の実施とその伝送または解釈、および受け入れ先施設への事前通知が重要かつ主要な要素として強調された^{1,2)}(図 1)。

プレホスピタル 12 誘導心電図は、2000 年度版の心肺蘇生と救急心血管治療のための国際ガイドラインから Class I として推奨され、血栓溶解療法による再灌流療法までの時間を短縮することが当時から記載されている³⁾。さらに、最新の 2010 年度版では、primary PCI (percutaneous coronary intervention: 経皮的冠動脈インターベンション) が治療法として選択される場合にプレホスピタル 12 誘導心電図を用いることで、専門施設へのより適切なトリアージ(病院選定)が可能となり、救急隊員または救急部の医師が心臓カテーテル室準備を含む心臓カテーテルチームの召集を要請することにより、再灌流療法までの時間が有意に短縮することが強調されている¹⁾。

日本蘇生協議会(JRC; Japan Resuscitation Council)は 2006 年にアジア蘇生協議会の一員として正式に国際蘇生連絡協議会(ILCOR; International Liaison Committee on Resuscitation)に加盟し、ILCOR による 2010 CoSTR (Consensus on Science with Treatment Recommendation: 心肺蘇生と緊急心血管治療のための科学と治療の推奨に関わる国際コンセンサス)を順守しながら、日本の地域性と特徴を盛り込んだ JRC 蘇生ガイドライン 2010 を 2010 年 10

月に発表した。CoSTR に準拠した日本版ガイドラインは初めてであり、日本の救急医療体制に及ぼす影響は大きく、このなかでもプレホスピタル 12 誘導心電図が推奨されており、今後、本邦でも急速なこの機器の普及が期待される。本邦では唯一、12 誘導心電図記録伝送装置を市内の全救急隊(62 隊)に配備している横浜市の現状も含め、急性冠症候群に対するプレホスピタル 12 誘導心電図を含む緊急心血管治療システムについて紹介する。

II. プレホスピタル 12 誘導心電図有効例

患者は 49 歳、男性、深夜 0 時に 15 分以上持続する胸痛を主訴に救急車を要請した。

救急隊接触時は意識清明、血圧 120/70 mmHg、心拍数 96 bpm 整、呼吸数 35 回/分、SpO₂ 100%、体温 35.5°C。過去に 2 回の気胸の既往あり、今回も気胸再発が疑われ、救急隊は受診歴のある近医救急病院へ搬送しようとしたが、冷汗を伴う胸痛が持続しており救急隊員は急性冠症候群の可能性を考慮し救急車内で 12 誘導心電図を記録した(図 2)。

現場の救急隊員は救急車内 12 誘導心電図所見を当院当直医へ口頭で説明し当院への搬送を決定した。当直医は救急車到着前に緊急カテーテル治療準備の開始とカテーテルチーム召集を指示した。緊急冠動脈造影検査(図 3)では、左冠動脈前下行枝(#6)が閉塞しており、血栓吸引療法を含む冠動脈カテーテル治療により発症から 84 分後(来院から 39 分後)に再灌流が得られた。来院当初、広範前壁梗塞が予測されたが、早期再灌流により peak CPK は 120 U/L(基準値: 64-255 U/L)、peak CK-MB は 13 U/L(基準値: 5-15 U/L)といずれも心筋逸脱酵素は基準値範囲内であった。

III. 地域における診療体制の確立

カナダのオタワ市において、救急隊がプレホスピタル 12 誘導心電図を使用し primary PCI 可能な施設に搬送した STEMI 108 例と、現場から一番近い施設に救急隊が搬

¹ 横浜市立大学附属市民総合医療センター高度救命救急センター (〒 232-0024 横浜市南区浦舟町 4-57), ² 横浜市立大学附属市民総合医療センター循環器内科, ³ 横浜心疾患研究会

再灌流療法の目標： 発症から再灌流達成 $\leq$ 120分
 救急隊接触から血栓溶解薬静注 $\leq$ 30分
 救急隊接触から冠動脈カテーテル治療 $\leq$ 90分

救急隊による12誘導心電図の伝送および解釈により患者が病院に到着する前に心臓カテーテル室の準備や冠動脈カテーテルチームの早期召集が可能となる

図1 STEMI 治療システム
(文献2より改変引用)

図2 プレホスピタル 12 誘導心電図
I, aVL, V1-5 にて ST 上昇, II, III, aVF にて ST 低下を認め、広範前壁梗塞を示唆する所見である。救急隊員はこの 12 誘導心電図所見から搬送先を変更した。

図3
A：緊急冠動脈造影検査
B：再灌流後の冠動脈造影
来院後の緊急冠動脈造影検査にて左冠動脈前下行枝近位部(#6)の閉塞(矢印)を認めた。

送り STEMI と診断後に primary PCI が可能な施設に転送された 225 例の治療に関する時間因子、および予後について比較検討された。前者では、door-to-balloon time の中央値 (63 分 vs 125 分, $p < 0.01$) が短く、院内死亡率 (1.9% vs 8.9%, $p < 0.05$) が低く、救急現場でのトリアージにおけるプレホスピタル 12 誘導心電図の有用性が示された^{4,5)}。

この点について同様のことが米国からも報告されており、転院搬送症例では最初の医療機関受診から専門施設での初回バルーン拡張までの平均時間 (median first hospital door-to-balloon time) が 180 分と報告されている⁶⁾。

このように、救急隊による病院選定の際に緊急カテーテル治療が常時可能な専門施設を選定しない場合には、治療開始までの時間が 1 時間以上延長することが多い。とくに急性心筋梗塞の場合は、発症早期の 1 時間は心筋救済のために貴重な時間であり、プレホスピタル 12 誘導心電図を活用した救急現場でのトリアージが良好に機能すれば、STEMI 患者は多大な恩恵を受けることが期待される⁷⁾。

さらにこのプレホスピタル 12 誘導心電図を使用したシステムをより効率よく運営するには、地域において緊急カテーテル治療を常時施行することができる専門施設のネットワークを作ることが重要である⁸⁾。実際、オーストリアのウィーン市では、地域のシステム (緊急カテーテル治療体制) を改善することにより STEMI 患者の予後が改善したと報告している⁹⁾。

IV. 院内体制の整備

プレホスピタル 12 誘導心電図を有効に活用するためには、搬送先病院における院内体制の整備も重要である。表 1 に院内体制の改善策について示す。これらの改善策は、2005 年米国において、年間最低 25 例以上の primary PCI を施行している施設のなかから、無作為に選び回答の得られた 365 施設のアンケート調査に基づいている。施設ごとの door-to-balloon time を調査した結果、全体では中央値が 100 分であった。Door-to-balloon time ≤ 90 分を達成できている施設に対する調査では、自施設で具体的に来院から緊急カテーテル治療までの時間短縮のために実施している 28 の方策が挙げられた。多変量解析の結果、表 1 に示す方策が door-to-balloon time の短縮と有意に関連していることが示された¹⁰⁾。

V. 横浜市の体制

横浜市は人口 369 万人を擁する日本第二の都市であり、全救急車 (62 隊) が 12 誘導心電図記録・伝送装置を搭載している日本唯一の都市である。年間 14 万件の総救急搬送件数のうち、急性冠症候群は 2,400 件/年、primary PCI を必要とする ST 上昇型心筋梗塞は 750 件/年と推定される。2010 年に消防法の改正に伴い、横浜市は心疾患救急医療体制を輪番制から施設基準 (人員体制および診療体制) を満たした医療機関によるカレンダー制に移行した。新た

な心疾患救急医療体制の実施に伴い、急性心筋梗塞のデータを集積し分析することで横浜市の治療レベルの向上を目指すこと、およびプレホスピタル 12 誘導心電図を含めた救急隊と連携した心筋梗塞治療システムを横浜から発信することを目的に、横浜心疾患研究会が発足した。

参加医療機関は 23 施設 (済生会横浜市東部病院、菊名記念病院、横浜労災病院、横浜総合病院、昭和大学藤が丘病院、昭和大学横浜市北部病院、けいゆう病院、横浜市立市民病院、聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院、横浜旭中央病院、東戸塚記念病院、国立病院機構横浜医療センター、国際親善総合病院、神奈川県立循環器呼吸器病センター、横浜市立大学附属病院、横浜南共済病院、社会保険横浜中央病院、横浜市立みなと赤十字病院、横浜市立大学附属市民総合医療センター、神奈川県立こども医療センター、済生会横浜市南部病院、横浜栄共済病院、横浜船員保険病院) であり、横浜市の救急隊が参加医療機関に搬送した発症 24 時間以内の急性心筋梗塞全例のデータ登録を 2010 年 5 月 10 日より開始した。初年度の対象症例は、時間因子が明確な救急隊が搬送した急性心筋梗塞に限定した。

2010 年 5 月より 2011 年 9 月までの 17 カ月間に、横浜心疾患研究会に 598 例が登録された。急性心筋梗塞の分類では、STEMI が 92%、NSTEMI が 8% であった。梗塞部位は前壁が 47%、下壁が 41%、側壁が 8%、後壁が 1%、その他不明が 3% であった。再灌流療法は全登録症例 598 例中 555 例 (93%) (primary PCI: 94%, facilitated PCI: 6%) に施行されていた。再灌流療法を施行した 555 例の 30 日転帰における心臓死は 6% であった。

再灌流療法 (primary PCI) を施行した 519 例について、来院から再灌流療法 (primary PCI) までの時間の内訳は、door-to-catheterization time が 53 ± 62 分 (中央値 37 分)、door-to-balloon time が 93 ± 69 分 (中央値 79 分)、door-to-TIMI 2/3 time が 89 ± 69 分 (中央値 72 分) であり、door-to-balloon time 90 分未満を達成できていた症例は全体の 64% であった。なお、病院到着から初回バルーン拡張までの時間よりも、TIMI flow grade 2 または 3 を確認するまでの時間が短い理由は、血栓吸引療法施行例および自然再疎通例が含まれているためである。また、初回造影で TIMI flow grade 2 または 3 を認めた例では、術者の迅速なバルーン拡張というモチベーションが多少低下することも推測される。

図 4 に症例登録数により施設を分類した場合の、primary PCI 施行例における来院から再灌流療法までの時間差を示す。症例登録数が多い施設で door-to-catheterization time, door-to-TIMI 2/3 time, door-to-balloon time のいずれも有意に早く、症例登録数が少ない施設において、院内体制の整備を含めた再灌流までの時間短縮に関する実施可能な方策 (表 1) の検討が始まった。

プレホスピタル 12 誘導心電図は、横浜心疾患研究会に

図4 登録症例数で分類した施設間の来院から再灌流療法までの時間比較
横浜心疾患研究会登録 598 例中 primary PCI 施行 519 例について年間 21 例以上症例登録した 11 施設と登録数が 20 例以下の 11 施設に分類し, door-to-catheterization time, door-to-TIMI 2/3 time, door-to-balloon time を比較した。症例登録数が多い施設においていずれの時間も有意に早かった。

図5 発症2時間以内の急性前壁梗塞に関する来院から再灌流療法(primary PCI)までの時間比較
横浜心疾患研究会登録 598 例中, 発症2時間以内に受診した急性前壁梗塞に対して primary PCI を施行した 212 例について, プレホスピタル 12 誘導心電図の記録あり伝送あり(伝送あり群), 記録あり伝送なし(記録あり群), 記録なし伝送なし(記録なし群)の3群に分け, door-to-catheterization time, door-to-TIMI 2/3 time, door-to-balloon time を比較した。

登録された 598 例の 42% で実施されていた。発症 2 時間以内の急性前壁梗塞を対象に, プレホスピタル 12 誘導心電図記録伝送の有無により door-to-catheterization time, door-to-balloon time, door-to-TIMI 2/3 time を比較すると, プレホスピタル 12 誘導心電図伝送あり群がプレホスピタル 12 誘導心電図記録なし群と比較し, door-to-catheterization time において 29 分, door-to-balloon time において 41 分, door-to-TIMI 2/3 time において 24 分の短縮効果を示した(図 5)。

12 誘導心電図記録あり群に関しては, 12 誘導心電図記録なし群よりも door-to-catheterization time において 9 分, door-to-balloon time において 11 分と時間短縮効果が少なく, 救急隊員と病院医師の間で適切に診療連携が行われていない可能性が示唆された。

地域全体での STEMI 患者に対する治療システムの改善を目指して, 米国心臓協会(AHA)が 2007 年 5 月に開始した“Mission; Lifeline”では, 医療システムが連携して STEMI 治療の改善に取り組んでいる。その効果もあって, 2005 年には door-to-balloon time ≤ 90 分達成率が 44% だったが, 2010 年では 91% に改善した。door-to-balloon time の中央値は, 5 年前の 96 分から 64 分に短縮されて

いる¹¹⁾。

横浜心疾患研究会に参加する 23 施設においても図 4, 5 の結果から, 各施設での時間遅延因子を検討し改善策を講じることにより, 3 カ月間で door-to-catheterization time において 14 分[(前)平均 54 分, (後)平均 40 分], door-to-balloon time において 9 分[(前)平均 94 分, (後)平均 85 分], door-to-TIMI 2/3 time において 24 分[(前)平均 90 分, (後)平均 72 分]の短縮効果が認められ, door-to-balloon time ≤ 90 分達成率が 64% から 69% に改善しつつある。

このように地域全体の取り組みとして課題を克服していくことで治療システムの改善が期待される。

VI. おわりに

ガイドラインの遵守を目指して普及したものに AED (automated external defibrillator: 自動体外除細動器)が挙げられる。世界で最先端の蘇生率を誇るシアトルでも, 過去に AED は普及したが蘇生率は改善しなかったことを報告している¹²⁾。その原因として胸骨圧迫の質の低下を挙げ, 胸骨圧迫と AED 使用が救命の両輪であることを強調している。プレホスピタル 12 誘導心電図においても同様のことが言える。救急隊が現場で 12 誘導心電図を記録

表1 ACS 治療システムの改善策

Class I

- 救急隊により STEMI が疑われる患者が搬送される場合には、搬送先病院は搬入される前に心臓カテーテル室の準備とカテーテルチームの招集を実施しなければならない。
- 救急車以外の方法で来院した STEMI が疑われる患者には、初期診療医により心臓カテーテル室の準備とカテーテルチームの招集が開始されなければならない。

Class IIb

- 心臓カテーテル室の準備とカテーテルチームの招集を 1 回の連絡で手配すること
- 心臓カテーテル室を 20 分以内で準備すること
- ただちに招集可能なカテーテル治療専門医を待機させること
- 救急隊員や救急部門および心臓カテーテルチームに結果を即時に説明すること
- 早期再灌流に関する病院の方針を示すこと
- チーム医療 (ACS の診療にかかわる多職種連携) を推進すること

JRC Guideline 2010 (文献 2 より引用)

しても、救急隊員と医師の診療連携が行われなければ大きな効果は期待できない。プレホスピタル 12 誘導心電図が循環器救急医療におけるブレイクスルーとなるためには、12 誘導心電計を救急車内に搭載するだけでなく、地域における診療連携が必要である。

文 献

- 1) O'Connor RE, Brady W, Brooks SC, Diercks D, Egan J, Ghaemmaghami C, Menon V, O'Neil BJ, Travers AH, Yannopoulos D: Part 10: acute coronary syndromes: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010; **122**: S787–S817
- 2) 木村一雄, 瀬尾宏美, 菊地 研, 小島 淳, 朔啓二郎, 白井伸一, 田原良雄, 友渕佳明, 中尾浩一, 花田裕之, 的場哲哉, 真野敏昭, 横山広行: 第 5 章 急性冠症候群 (ACS). *JRC 蘇生ガイドライン 2010* (監修日本蘇生協議会日本救急医療財団). へるす出版, 東京, 2011, 227–281
- 3) Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 7: the era of reperfusion: section 1: acute coronary syndromes (acute myocardial infarction). The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation. *Circulation* 2000; **102**: I172–I203
- 4) Le May MR, Davies RF, Dionne R, Maloney J, Trickett J, So D, Ha A, Sherrard H, Glover C, Marquis JF, O'Brien ER, Stiell IG, Poirier P, Labinaz M: Comparison of early mortality of paramedic-diagnosed ST-segment elevation myocardial infarction with immediate transport to a designated primary percutaneous coronary intervention center to that of similar patients transported to the nearest hospital. *Am J Cardiol* 2006; **98**: 1329–1333
- 5) Le May MR, So DY, Dionne R, Glover CA, Froeschl MP, Wells GA, Davies RF, Sherrard HL, Maloney J, Marquis JF, O'Brien ER, Trickett J, Poirier P, Ryan SC, Ha A, Joseph PG, Labinaz M: A citywide protocol for primary PCI in ST-segment elevation myocardial infarction. *N Engl J Med* 2008; **358**: 231–240
- 6) Nallamothu BK, Bates ER, Herrin J, Wang Y, Bradley EH, Krumholz HM, NRM Investigators: Times to treatment in transfer patients undergoing primary percutaneous coronary intervention in the United States: National Registry of Myocardial Infarction (NRM)-3/4 analysis. *Circulation* 2005; **111**: 761–767
- 7) Rathore SS, Curtis JP, Chen J, Wang Y, Nallamothu BK, Epstein AJ, Krumholz HM, National Cardiovascular Data Registry: Association of door-to-balloon time and mortality in patients admitted to hospital with ST elevation myocardial infarction: national cohort study. *BMJ* 2009; **338**: b1807
- 8) Jacobs AK, Antman EM, Faxon DP, Gregory T, Solis P: Development of systems of care for ST-elevation myocardial infarction patients: executive summary. *Circulation* 2007; **116**: 217–230
- 9) Kalla K, Christ G, Karnik R, Malzer R, Norman G, Prachar H, Schreiber W, Unger G, Glogar HD, Kaff A, Laggner AN, Maurer G, Mlczech J, Slany J, Weber HS, Huber K, Vienna STEMI Registry Group: Implementation of guidelines improves the standard of care: the Viennese registry on reperfusion strategies in ST-elevation myocardial infarction (Vienna STEMI registry). *Circulation* 2006; **113**: 2398–2405
- 10) Bradley EH, Herrin J, Wang Y, Barton BA, Webster TR, Mattera JA, Roumanis SA, Curtis JP, Nallamothu BK, Magid DJ, McNamara RL, Parkosewich J, Loeb JM, Krumholz HM: Strategies for reducing the door-to-balloon time in acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 2006; **355**: 2308–2320
- 11) Krumholz HM, Herrin J, Miller LE, Drye EE, Ling SM, Han LF, Rapp MT, Bradley EH, Nallamothu BK, Nsa W, Bratzler DW, Curtis JP: Improvements in door-to-balloon time in the United States, 2005 to 2010. *Circulation* 2011; **124**: 1038–1045
- 12) Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh TR, Copass MK, Olsufka M, Breskin M, Hallstrom AP: Influence of cardiopulmonary resuscitation prior to defibrillation in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *JAMA* 1999; **281**: 1182–1188