


Thank you for your attention !

今後も精一杯 精進致しますため、  
ご指導のほど何卒よろしくお願い致します。



～医療人、皆で作るWebサイト～  
**izakura.jp**

で、本日のスライドをUpしております。  
(PPR/IMR・脳低温療法・PCPS管理/注意点！etc)

良かったら、ご覧ください(^ ^)

### 日本冠疾患学会内科系 トレーニングワークショップ 心原性心停止の心拍再開後のケアを学ぶ ～脳機能評価方法～

駿河台日本大学病院 救急科<sup>1)</sup>  
 駿河台日本大学病院 循環器科<sup>2)</sup>  
 日本大学医学部脳神経外科学系神経外科学分野<sup>3)</sup>  
 日本大学工学部次世代工学技術研究センター<sup>4)</sup>  
 日本大学医学部内科学系循環器内科学分野<sup>5)</sup>

八木司<sup>1,2)</sup>、長尾建<sup>2)</sup>、川守田剛<sup>1)</sup>、蘇我孟群<sup>1,2)</sup>  
 吉野篤緒<sup>1,3)</sup>、酒谷薫<sup>4)</sup>、平山篤志<sup>5)</sup>

### 近赤外線分光法(NIRS)

NIRO-200NX  
浜松ホトニクス社製

NIROの測定データ

SRS データ  
TOI(O2Hb/cHb)  
THI(O2Hb/Hb)

SRS データ  
ΔO2Hb(酸素化Hb)  
ΔHb(脱酸素化Hb)  
ΔcHb(総Hb)

SRS データ  
TOI(O2Hb/cHb)  
THI(O2Hb/Hb)

NIROの測定データ

Surugadai Nihon University Hospital

### プローブの構造

8x8mm two-segment PD  
fiber prism

Emission (λ1, λ2, λ3)

ΔA (Absorption change)

O<sub>2</sub>Hb, Hb, cHb (=O<sub>2</sub>Hb+Hb)

SRS

$$\frac{\partial A}{\partial p} \rightarrow \begin{cases} k \cdot O_2Hb \\ k \cdot Hb \end{cases}$$

O<sub>2</sub>Hb/cHb  
(Tissue Oxygenation Index: TOI)

k·cHb  
(Tissue Hemoglobin Index: THI)

NIRS

$$\Delta A \rightarrow \begin{cases} \Delta O_2Hb \\ \Delta Hb \\ \Delta cHb \end{cases}$$

Surugadai Nihon University Hospital

### Intra-arrest coolingのプロトコール

4°Cの急速大量輸液、引き続きPCPSによる冷却  
or KTEK-3(体外循環式血液直接冷却装置)による冷却

NIRO-200NXによる測定

4°Cの冷却生理食塩水+バソプレシン40単位

冷却

復温

冠動脈造影 & 冠再灌流療法

≤ 30mins    ≥ 2.5hrs    1day    More than 2days

Sedation: midazolam, Shivering: pancuronium,  
Anticoagulant: nafamostat mesilate

Surugadai Nihon University Hospital

### 脳循環状態とNIRSパラメータの変化

	酸素化Hb	脱酸素化Hb	総Hb	TOI
脳虚血	↓↓	↑	↓	↓
低酸素脳症	↓	↑	→	↓
静脈性うっ血	↑	↑	↑↑	↓
脳血流上昇	↑↑	↓	↑	↑

Surugadai Nihon University Hospital      日大医誌 63: 193-200; 2004

### ECPR施行によるNIRO-200NXによる経時的変化の一例

酸素化Hb

総Hb

脱酸素化Hb

組織酸素化指標

Vasopressin 40U iv

Vasopressinの投与、PCPSの導入  
→ 酸素化Hb↑; 脱酸素化Hb↑  
→ 脳血流上昇のパターン

ECPB pump on

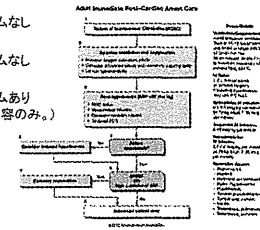
Nihon University Hospital

心原性心停止の心拍再開後のケアを学ぶ  
標準化とトレーニングについて

東京慈恵会医科大学 救急医学講座  
武田 聡

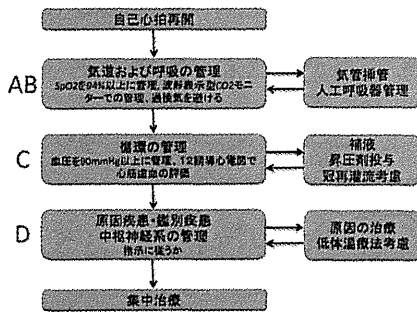
各国ガイドライン及びトレーニング上の  
自己心拍再開後の治療アルゴリズム

- 【JRC日本版】  
個々の治療の記載あり アルゴリズムなし
- 【ERCヨーロッパ版】  
個々の治療の記載あり アルゴリズムなし
- 【AHAアメリカ版】  
個々の治療の記載あり、アルゴリズムあり  
(ただしチェックリストはおおまかな内容のみ。)

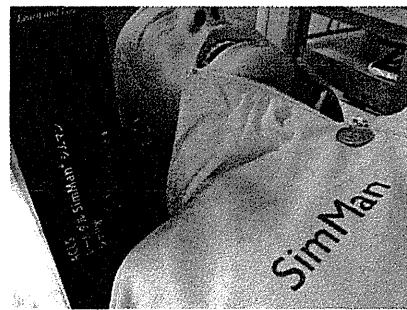


【問題点】  
詳細な自己心拍再開後の  
トレーニングは現時点で  
存在しない、...

自己心拍再開後の治療 アルゴリズム(案)

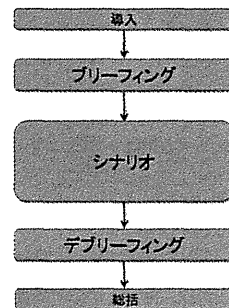


自己心拍再開後の治療 トレーニング(案)

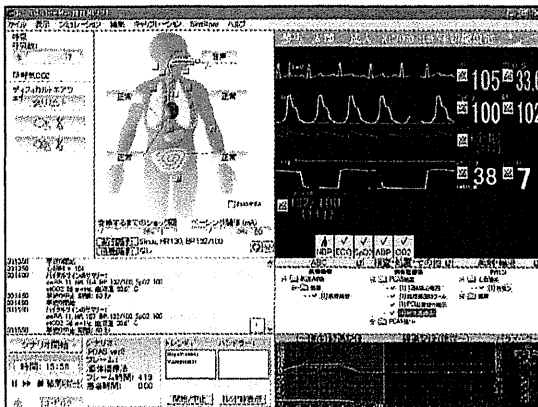
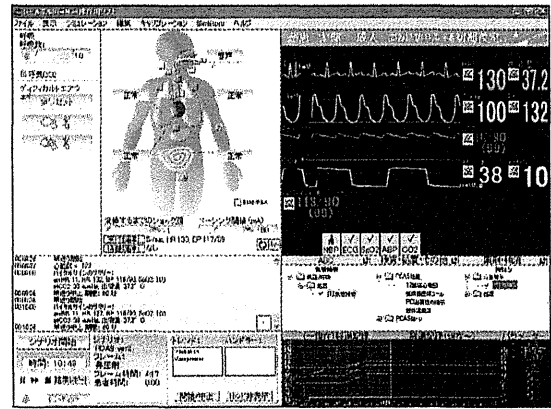
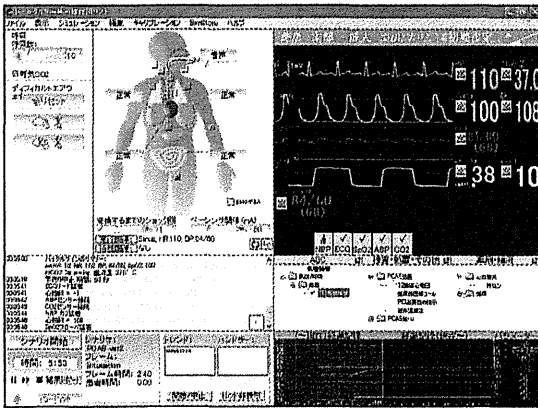
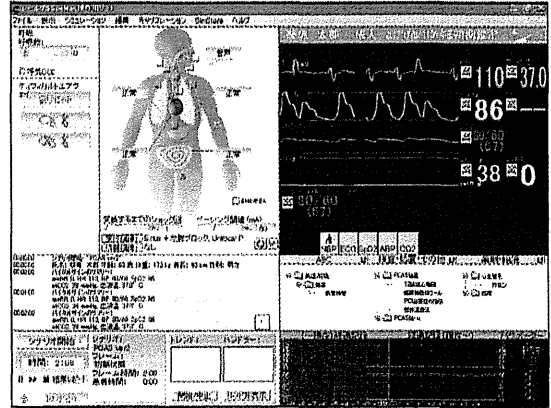


A screenshot of a medical monitor displaying patient vital signs and settings. The left panel shows '生命徴候' (Vital Signs) with values: SpO2 = 94%, HR = 110 /min, Unifocal PVC, ECG, and '呼吸機' (Ventilator) settings. The right panel shows '呼吸機' (Ventilator) settings: Rate 110 /min, P/A/F, and '呼吸機' (Ventilator) settings.

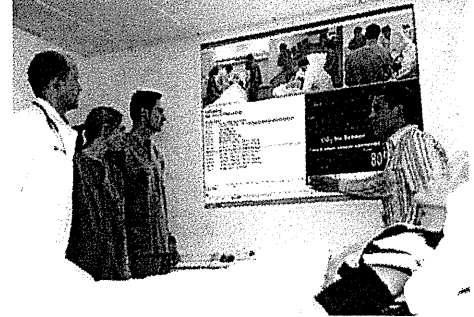
自己心拍再開後の治療 トレーニング(案)



自己心拍再開後の治療 トレーニング(案)



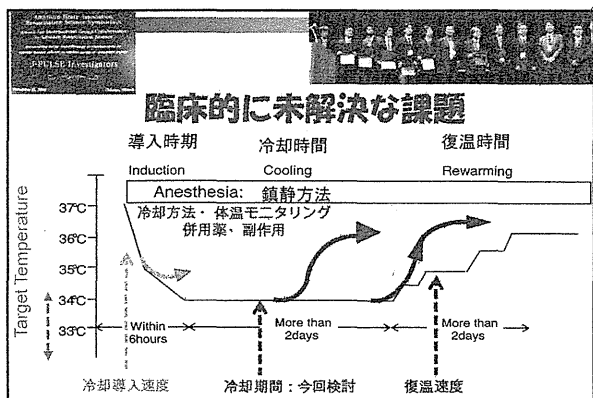
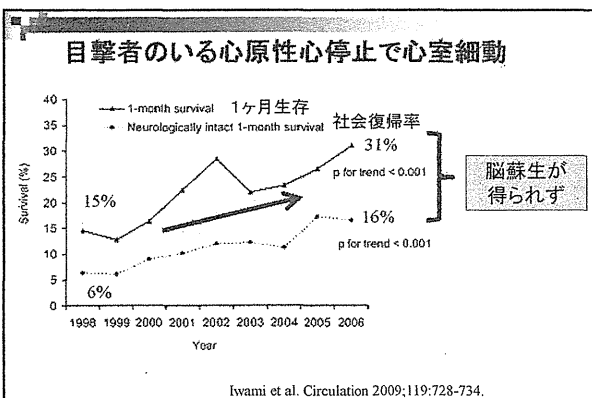
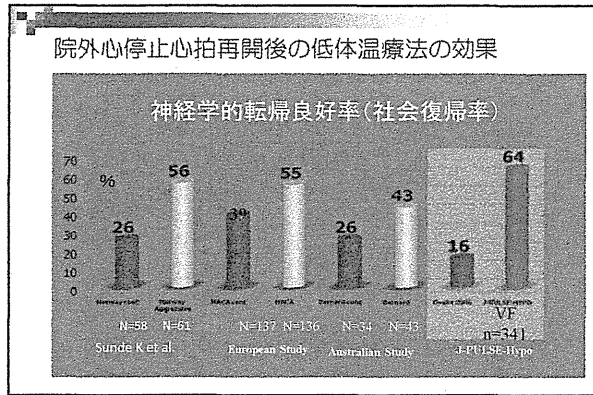
自己心拍再開後の治療 トレーニング(案)



### 心原性心停止の 心拍再開後のケアを学ぶ

Hypothermia

静岡県立総合病院  
野々木 宏



心室細動による院外心停止の心拍再開後の昏睡状態にたいして、低体温療法、冠動脈カテーテル治療、経皮的人工心肺等の補助循環が強く勧告され、低体温療法はクラスIの勧告となっています。心拍再開後ケアに必要な診療システムや各種機器の適応や使用方法について、まとまったトレーニングの機会はまだありません。この機会に関連の機器を網羅して、その扱い方を含めたワークショップを企画させていただきました。

### Post-cardiac-arrest care component added to Get With The Guidelines-Resuscitation program (NRCPR)

Mission Lifeline あるいは NRCPRで認証された病院

プログラム座長

Regional System of Care for Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Policy Statement from the American Heart Association

Task Force convened to explore addition of Cardiac Resuscitation quality improvement efforts to current Get With The Guidelines program

Launch of STEM and Cardiac Resuscitation Systems of Care Mission: Lifeline program

**MISSION: LIFELINE** STEMI & CARDIAC RESUSCITATION IDEAL SYSTEM

**Cardiac Arrest**

- Unresponsive
- Not breathing normally

**Continuity**

- Basic Only CPR/ bystander CPR
- Early activation of EMS
- Early AED before EMS arrival

**EMS ON SCENE**

- Minimize interruptions of CPR
- Encourage to lead ECG after ROSC
- Consider Destination Protocol

**EMS-Trigger Plans**

**Receiving Hospital (PCI-capable)**

- Initiate Hypothermia as soon as possible
- Coronary artery PCI
- Daily Prognosis assessment for 3-5 days
- Consider need for ICD before discharge

**Intermediate Hospital**

**Referral Hospital (non-PCI-capable)**

- Initiate Hypothermia < 9 hrs from onset of arrest
- Consider transfer to resuscitation receiving center. Functional, and hemodynamically stable

**PCI** **低体温開始**

- Initiates hypothermia as soon as possible, when indicated
- Transports early patients resuscitated from OHCA to Receiving Center to allow angiography as soon as possible, to achieve goal of first door to device within 120 minutes

**ah Direct**

**Ottawa, Lehigh Valley (systems of care)**

- Gets cooling in the first hour after rosc

Directly onto the destination in Gethlab. Peds ready. Peds applied. Care provided. Transportation. Primary/secondary prevention. Monitoring. Life.

**MISSION: LIFELINE** STEMI & CARDIAC RESUSCITATION IDEAL SYSTEM

**心停止**

- 心停止の認識

**地域/市民**

- 通報
- ハンズオンリーCPR
- AED活用

**救急隊**

- 質の高いCPR
- 心拍再開後12分以内の電図記録
- 搬送プロトコル

**搬送リレー**

**緊急PCI対応施設**

- 心停止から到着までの低体温達成法の開始
- 早期のPCI
- 3日間は脳保護判定を保留
- 遠隔までICD移植検討

**病院間搬送**

**PCI非実施施設**

- 心停止から到着までの低体温達成法の開始
- 脳保護判定を保留し、搬送してはPCI施設への搬送を考慮

**Perioperative Cooling - Vermedix**

**Automated Perioperative Large System (APLS)**

- Efficient heat exchange
- Tight control for cooling and warming
- Down and critical access
- Fully automated system

**InnerCool - Philips Zell Thermo Guard XP**

**Perioperative Cooling - Vermedix**

**Ideal Receiving Hospital**

- Pre-hospital ECG diagnosis of STEMI, ED notification and cath lab activation occurs according to standard algorithms
- Algorithms facilitate:
  - A short ED stay for the STEMI patient
  - Transport directly from the field to the cath lab
- **Single-call** systems activate the cath lab with 24/7 PPCI
- Provide CPR, ACLS, PALS training to appropriate staff
- Capable of assessment of need for ICD placement and providing appropriate follow up
- Defers assessment of prognostication and withdrawal of care for at least 72 hours after Cardiac Resuscitation. **72時間で予後評価、撤退か否か**
- Receiving Center Champion

**12誘導ECG 事前通知**  
**直接カテ室 搬入**

**Lance Becker, MD**  
Center for Resuscitation Science  
University of Pennsylvania

**Cardiopulmonary Bypass**

**Mitochondrial Cocktail Hypothermia**

**Strategies to Limit reperfusion injury**

**The Future**

### AHA2011 低体温療法のトピックス

#### Total cooling time, intra-arrest therapeutic hypothermia reported to benefit cardiac arrest patients

**H**ypothermia is associated with improved neurological outcomes in cardiac arrest patients, according to a study presented at the American Heart Association's Scientific Sessions in Orlando, Fla., Oct. 11-15. The study, which was presented by Dr. William Sawyer, reported that patients who received therapeutic hypothermia after cardiac arrest had significantly better neurological outcomes compared to those who did not receive the treatment.



Dr. Sawyer, William Beaumont Hospital PTE(ピル服用、膝関節鏡検査後)による心停止で肺動脈血栓除去術、低体温療法を受け生還2012年にも参加、救急医を選択したよう

**Best Abstract winner-survives cardiac event**


### 本日の予定

進行 野々木 宏  
10:00-10:10 ワークショップ開催にあたり 野々木 宏  
10:10-10:30 心拍再開後ケア総論 長尾 建

進行 長尾 建  
10:30-11:00 院外から救急室までの運搬と補助循環:LUCASとPCPS 長谷 守、伊藤 賢敏  
11:00-11:30 低体温導入方法:開始時期と方法、冷生食使用の実際 長尾 建、田原 良雄

進行 長谷 守  
11:30-12:20 低体温維持方法:体表面(横山広行)、PCPS(長谷守、有元秀樹)、KTEK(長尾建)、カテーテル(笠岡俊志、白井伸一)、ME(三木隆弘)

進行 横山 広行  
12:30-13:10 ランチセミナー  
Edelson先生: "Resuscitation with Feedback and Debriefing Improves CPR Quality and Survival in patients with in-hospital cardiac arrest"



進行 白井 伸一  
13:15-14:00 企業学モンスティレーション(5分ずつ)  
進行 田原 良雄


14:00-14:30 低体温、補助循環、PCIの統合 白井伸一、伊藤賢敏  
14:30-14:45 脳機能評価方法 伊藤賢敏、長尾 建  
14:45-15:00 標準化と推進について 武田 聡  
15:00 まとめ 長尾  
15:00-15:30 機器説明(各ブース) 最終16:00

### AHA&ReSS 2012



The Giants  
American Heart Association  
ReSS  
TWO DAY EVENT  
FOUR DAY EVENT  
the new Generation  
Asian Night 2012


### 日本の蘇生科学チーム



AHA2012 LA 蘇生科学を語るタペ

FAHA in AHA2012

2010AHA international award to J-PULSE-HYPO





## VI. J-PULSEIII 学会発表



Session: XII-Best Original Resuscitation Science Poster Session and Luncheon

Presentation: 316 - Therapeutic Hypothermia for Comatose Survivors After Out-of-Hospital Nonshockable Cardiac Arrest

Pres Time: Sunday, Nov 04, 2012, 11:30 AM - 1:00 PM

Location: JW Marriott at LA LIVE, Gold Ballroom

Pres. Time: Sunday, Nov 04, 2012, 11:30 AM - 1:00 PM

Keywords: Hypothermia; Cardiopulmonary resuscitation; Resuscitation

Authors: **Taketomo Soga**, Ken Nagao, Hiroshi Nonogi, Hiroyuki Yokoyama, Naohiro Yonemoto, J-PULSE-HYPO, Tokyo, Japan; Kei Nishikawa, Harumi Hirose, Tukasa Yagi, Asuka Kasai, Surugadai Nihon Univ Hosp, Tokyo, Japan

Abstract: **Background**

Clinical evidence strongly supports therapeutic hypothermia for unconscious adult patients with return of spontaneous circulation (ROSC) after out-of-hospital shockable cardiac arrest (VF or pulseless VT), but there are insufficient data that therapeutic hypothermia had neurological benefit for those after non-shockable cardiac arrest (PEA or asystole).

**Methods**

We conducted a multicenter registry of therapeutic hypothermia (J-PULSE-HYPO study) for unconscious adult patients with ROSC after out-of-hospital cardiac arrest due to cardiac etiology from 14 institutions. At the same periods, All-Japan Utstein Registry, a prospective, nationwide, population-based registry of out-of-hospital cardiac arrest was established by the Fire and Disaster Management Agency. From the data of the two registries, we extracted the eligible patients with ROSC after bystander-witnessed non-shockable cardiac arrest; the intervention group consisting of patients who treated with post-ROSC cooling (32-34°C for 12-72 hours), and the control group consisting of patients who met the inclusion criteria of the J-PULSE-HYPO study and matched with the baseline characteristics of the intervention group. The primary endpoint was a 30-day favorable neurological outcome after cardiac arrest.

**Results**

Between 2005 and 2009, 65 of the 452 comatose adult patients treated with post-ROSC cooling were eligible as the intervention group. In the intervention group, the time interval from collapse to ROSC ranged from 5 to 50 minutes, with a mean ( $\pm$  SD) of  $27.2 \pm 11.1$  minutes, a median of 27 minutes, and 25th and 75th percentile values of 19.75 and 33.25 minutes, respectively. Of the 4,037 patients with ROSC after bystander-witnessed non-shockable cardiac arrest due to cardiac etiology, 634 were matched as control group. Frequency of a 30-day favorable neurological outcome was a significantly higher in the intervention group than in the control group (37% vs. 18%,  $p=0.0004$ ). The adjusted odds ratio for favorable neurological outcome after the intervention group was 2.9 (95% CI, 1.5 to 5.6).

**Conclusions**

Therapeutic hypothermia improved neurological outcome for unconscious adult patients with ROSC after out-of-hospital non-shockable cardiac arrest.

Disclosures: **T. Soga:** None. **K. Nagao:** None. **H. Nonogi:** None. **H. Yokoyama:** None. **N. Yonemoto:** None. **K. Nishikawa:** None. **H. Hirose:** None. **T. Yagi:** None. **A. Kasai:** None.

# 長尾先生、野々木先生：蘇生科学での貢献で 2012年AHA上級正規会員(FAHA)に認定



American Heart Association | American Stroke Association

**PROFESSIONAL MEMBERSHIP**  
[my.americanheart.org](http://my.americanheart.org)

*Welcome, New 2012  
American Heart  
Association Fellows*

## 3CPR

Farhan Bhanji, MD FAHA  
Bentley J. Bobrow, BS MD FAHA  
Stephen Y. Chan, MD PhD FAHA  
Alexander B. Fein, BA MPH FAHA  
Antonio R. Fernandez, BS PhD FAHA  
Ericka L. Fink, MD FAHA  
Judith C. Finn, RN PhD FAHA  
Peter L. Fromm, BA MPH FAHA  
Barbara Furry, AA MS FAHA  
Mark T. Gladwin, MD FAHA  
Melinda F. Hamilton, BS MD FAHA  
Jan G. Jacobs, RN PhD  
Walter G. Kloeck, MBBCH FAHA  
Koenraad G. Monsieurs, MD PhD FAHA  
Ken Nagao, MD PhD FAHA  
Hiroshi Nonogi, MD PhD FAHA  
Kazuo Okada, MD FAHA  
Hiroaki Ushikoshi, MD PhD FAHA  
Muhammad Waseem, MBBS MS FAHA  
Marvin A. Wayne, MD FAHA  
Jeff A. Woodin, AA FAHA

## ATVB

Anil K. Chauhan, PhD FAHA  
David H. Farrell, PhD FAHA  
Nancy R. Webb, PhD FAHA  
Atsushi Nohara, MD PhD FAHA  
Maria Febbraro, BS PhD

## BCVS

Tetsuro Ago, MD PhD FAHA  
Hiroshi Akazawa, MD PhD FAHA  
Hayar/Atmamedel, MD PhD FAHA

## VII. 業績集

## 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<sup>1,3</sup>, 木村 一雄<sup>2,3</sup>

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<sup>1,2)</sup>(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<sup>3)</sup>。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<sup>1)</sup>。

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、SpO<sub>2</sub> 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。

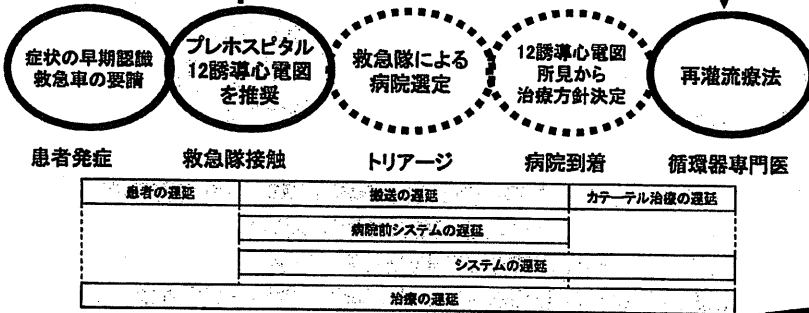
### III. 地域における診療体制の確立

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

<sup>1</sup>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)、<sup>2</sup>横浜市立大学附属市民総合医療センター循環器内科、<sup>3</sup>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



心筋壊死

図1 STEMI 治療システム (文献2より改変引用)

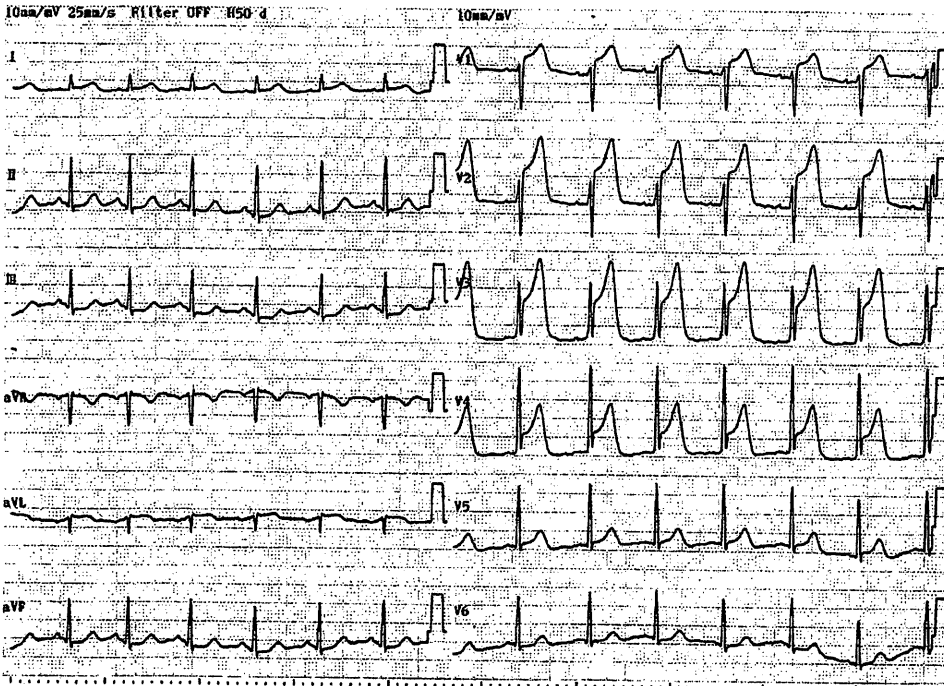


図2 プレホスピタル12誘導心電図

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。

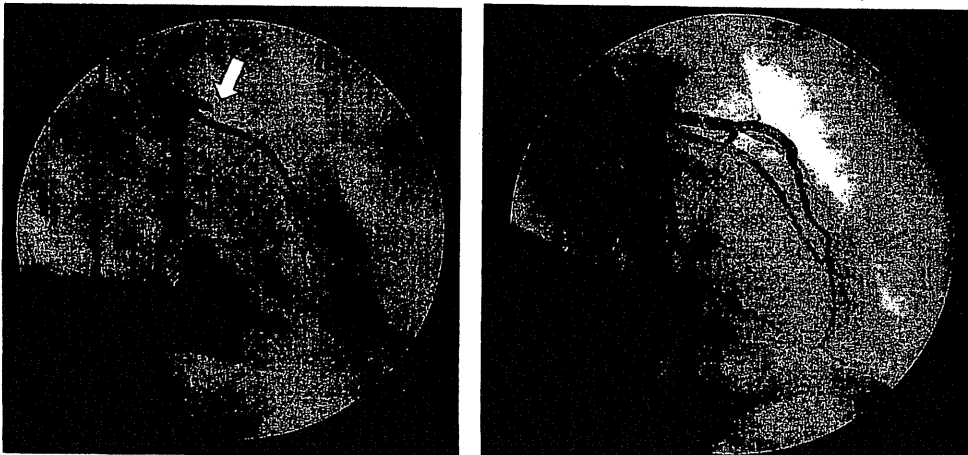


図3

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<sup>4,5)</sup>。

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<sup>6)</sup>。

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<sup>7)</sup>。

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<sup>8)</sup>。実際、オーストラ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<sup>9)</sup>。

#### 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、無作為に選り回答の得られた 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 times  $\leq 90$  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<sup>10)</sup>。

#### 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  $53 \pm 62$  分 (中央値 37 分)、door-to-balloon time が  $93 \pm 69$  分 (中央値 79 分)、door-to-TIMI 2/3 time が  $89 \pm 69$  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



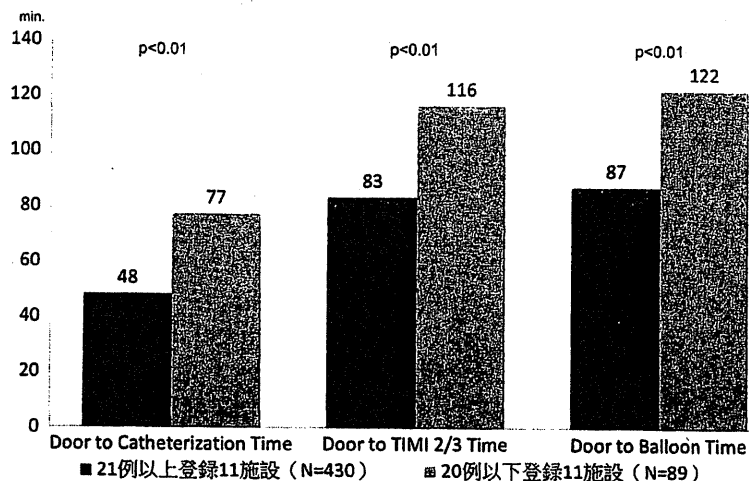


図4 登録症例数で分類した施設間の来院から再灌流療法までの時間比較  
 横浜心疾患研究会登録 598 例中 primary PCI 施行 519 例について年間 21 例以上症例登録した 11 施設と登録数が 20 例以下の 11 施設に分類し, door-to-catheterization time, door-to-TIMI 2/3 time, door-to-balloon time を比較した。症例登録数が多い施設においていずれの時間も有意に早かった。

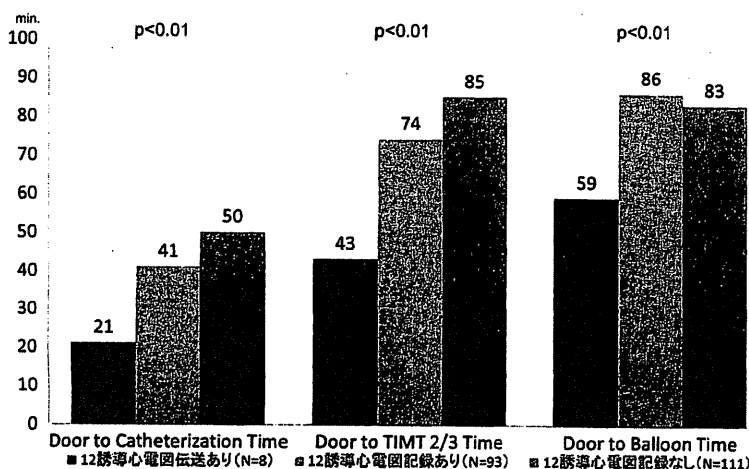


図5 発症2時間以内の急性前壁梗塞に関する来院から再灌流療法(primary PCI)までの時間比較  
 横浜心疾患研究会登録 598 例中, 発症2時間以内に受診した急性前壁梗塞に対して primary PCI を施行した 212 例について, プレホスピタル 12 誘導心電図の記録あり伝送あり(伝送あり群), 記録あり伝送なし(記録あり群), 記録なし伝送なし(記録なし群)の3群に分け, door-to-catheterization time, door-to-TIMI 2/3 time, door-to-balloon time を比較した。

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<sup>11)</sup>。

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<sup>12)</sup>。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の連携)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, 友瀨佳明, 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, NRMI Investigators: Times to treatment in transfer patients undergoing primary percutaneous coronary intervention in the United States: National Registry of Myocardial Infarction (NRMI)-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, Mlczoch 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, Mattern 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

原 著

ワイヤレス 12 誘導心電図伝送による  
院外心電図伝送の試み

西 川 豪, 野々木 宏, 森 典子, 松尾 陽子  
清 水 史郎, 小田 敏子, 土井 修, 神原 啓文

原著

## ワイヤレス 12 誘導心電図伝送による 院外心電図伝送の試み

西川 豪<sup>\*1</sup>, 野々木 宏<sup>\*2</sup>, 森 典子<sup>\*1</sup>, 松尾 陽子<sup>\*1</sup>  
清水 史郎<sup>\*3</sup>, 小田 敏子<sup>\*4</sup>, 土井 修<sup>\*2</sup>, 神原 啓文<sup>\*2</sup>

### 要 旨

ワイヤレス 12 誘導心電図伝送「富士山(ふじやま)」を開発し、プレホスピタルから専門病院への伝送の有用性を検討するため実証実験を行った。

方法：小型心電計から Bluetooth 方式でスマートフォンへ心電図データを送信、画像ファイルを送送するシステムを用い心電図を走行車両から伝送、さらに各種施設から病院専門医へ伝送し、伝送前後の比較を行った。

結果：伝送前後の心電図は変化なく、伝送時間も 7~95 秒(中央値 23 秒)で遅延はなかった。院外伝送 24 例では家電からのノイズ 1 例以外は質の高い伝送が得られた。ワイヤレス 12 誘導心電図は小型、軽量で様々な医療現場での活用が期待される。

### 緒 言

心電図伝送の試みは、以前から報告され実用化されているが、特殊な装置が必要であり、また 1 誘導の心電図モニターの伝送であり、その普及は進んでいない。

一方、急性冠症候群、特に ST 上昇型急性心筋梗塞における 12 誘導心電図による判断は、急性期診療に不可欠である。発症から再灌流療法までの時間短縮を目的として、AHA/ACC ガイドライン<sup>1)</sup>や蘇生に関する国際蘇生コンセンサス<sup>2)</sup>で推奨されているように、急性冠症候群患者に対してプレホ

スピタルで 12 誘導心電図を記録し、事前に専門病院へ伝送することが勧告されている。我が国の JRC(日本蘇生協議会)蘇生ガイドライン 2010 においても同様の勧告がなされている<sup>3)</sup>。

我々が開発したモバイルテレメディシン<sup>4)</sup>をはじめ、インターネットを用いた伝送方法や、Fax を使用したものまで様々な試みが行われ、伝送することにより約 30 分の治療開始までの時間短縮が報告されている<sup>5)</sup>。しかし、救急車への搭載の簡便さやコスト面の課題のため、なお十分に普及したとは言いがたい。今回、更に利便性、小型化、汎用性を検討し、ワイヤレス小型 12 誘導心電計から Bluetooth 方式でスマートフォンへ心電図データを送信し MFER/JPEG ファイルに変換、その心電図の画像ファイルを目的の E メールアドレスへ伝送するシステムであるワイヤレス 12 誘導心電図伝送「富士山(ふじやま)」を開発し、その実証実験を行ったので報告する。

### 方 法

心電図計は、AndroidOS を搭載したスマートフォン・タブレット対応の小型ワイヤレス 12 誘導心電図計(Cardiospy Mobile)を用いた(図1)。被験者に装着された小型 12 誘導心電計から Bluetooth 方式で送信された心電図信号が、専用ソフトをインストールされた心電図表示端末であるスマートフォンへ伝送され心電図が表示される。操作者は心電図を監視することが可能で、静止画像を選択して、電子メールに添付する画像としてコンピュータネットワークを経由して伝送開始する。心電図はデジタル波形標準圧縮方法である MFER あるい

\*1 静岡県立総合病院腎臓内科

\*2 同 循環器内科, \*3 同 地域医療ネットワークセンター

\*4 訪問看護ステーションマザー

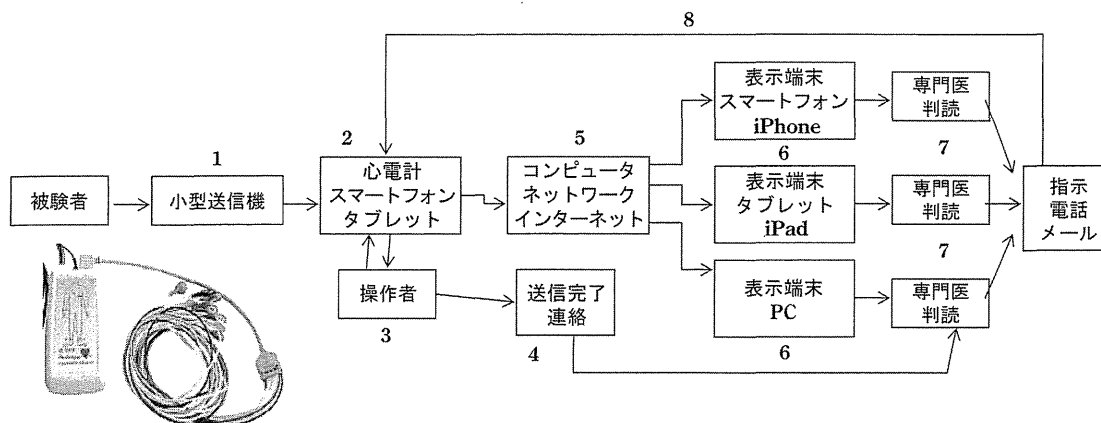


図1 小型ワイヤレス 12 誘導心電計のシステム構成図

小型心電計から医療機関までの伝送システムを示す。

被験者に装着された小型送信機(70mm×125mm×厚み 38mm) #1 から心電信号が、専用ソフトをインストールされた心電図表示端末(スマートフォン, タブレット) #2 へ Bluetooth で伝送され、心電図が表示される。

操作者 #3 は心電図を監視し、必要な場面でその情報を #5 で 5 秒間の静止画像 JPEG/MFER のいずれかに変換して E メールで指定の #6 の表示端末メールアドレスへ伝送する。

操作者 #3 は伝送完了後、送信完了 #4 の連絡を #7 の専門医に電話する。

専門医 #7 は伝送された心電図 #6 を判読し、院内対応が必要なケースでは目的の医師、場所へ指示を出す。院外対応が必要なケースでは、操作者 #3 へ指示 #8 を電話かメールで連絡する。操作者 #3 は専門医からの指示 #8 のもとに被験者への対応を実施する。

複数同時伝送する場合には、メインアドレスのプロバイダーで転送先を指定する。

は画像ファイルの JPEG に自動変換され、目的の E メールアドレスの表示端末に伝送される。

#### A. 基礎検討

ワイヤレス心電図を走行中の車両から伝送し、揺れや体動、高速運転の影響、伝送時間、心電図の伝送前後の比較を検証した。一般道 60km/h、高速道 80km/h の条件下においてボランティアの被験者の 12 誘導心電図をモニターし、その記録を JPEG 伝送し、以下の検討試験を行った。伝送時間、車の振動の影響、体動(胸骨圧迫施行時、血圧測定中、体の回転時)の影響を検討した。

#### B. 様々な実臨床での実証検討

一次救急施設、診療所、在宅血液透析患者宅、訪問看護先から計 24 例の 12 誘導心電図を病院専門医へ伝送した。記録者は、医師、看護師、一部在宅では患者本人もしくは患者家族であった。心電図を記録し、送信前後での心電図比較、伝送心電図の判読における問題点を検証した。専門医による判読結果は、同じスマートフォンによる電子メールで送信者へ回答した。異常心電図であった場合には、電話での緊急性の確認を行った。専門医により判読可能な心電図が伝送された場合を正

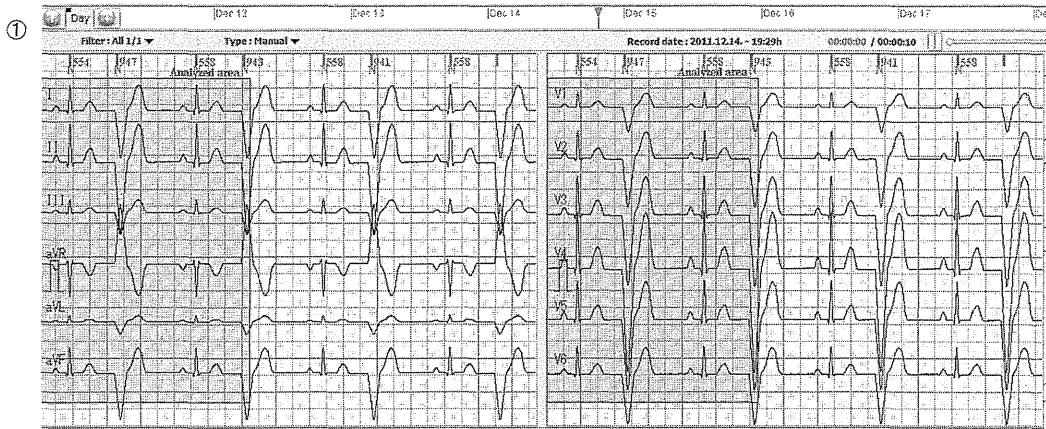
常伝送とし、正常伝送の割合を伝送率として解析した。伝送時間の検討では、統計値を中央値で表わした。

倫理的な検討：12 誘導心電図には個人情報記載せず、またスマートフォンはパスワード管理を行い、個人情報の保護を行った。また、実証検討では、対象者に試験の内容を説明し文書での同意を取得した。以上の方法について、静岡県立総合病院臨床研究倫理委員会での承認を得た(倫 12-01-51)。

### 結 果

#### A. 基礎検討

伝送前後での心電図は変化無く、判読可能な心電図が伝送された(図2)。一般道と高速道路での車両の揺れは心電図基線に影響しなかった(図3)。また、車両内での体動、血圧測定、胸部圧迫などの影響も、基線の揺れは一部見られたが、リズムや ST 変化の判読に支障は来たさなかった(図4)。伝送時間は画像サイズ 250~350 KB の伝送でスマートフォンの 2 機種において 7~95 秒(中央値 23 秒)で、緊急時の判読には支障はなかった。



②

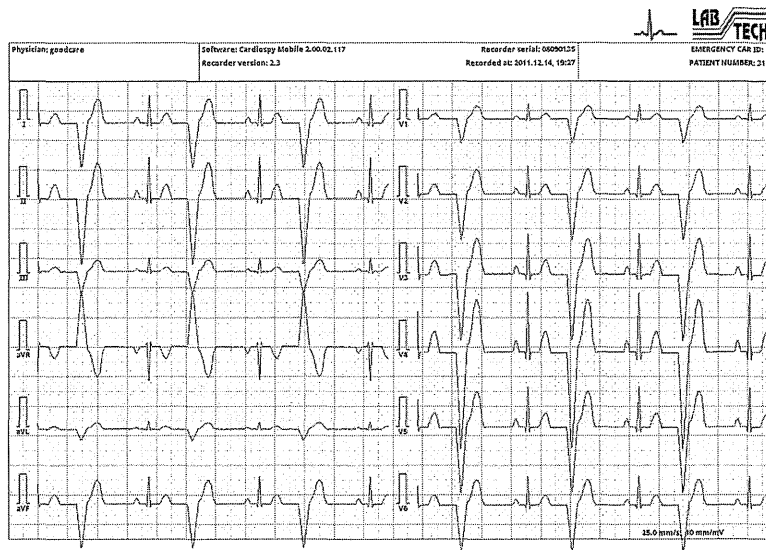


図2 伝送前と伝送後の心電図  
 上段①が伝送前の心電図，下段②が伝送後の心電図で，前後で変化はない。

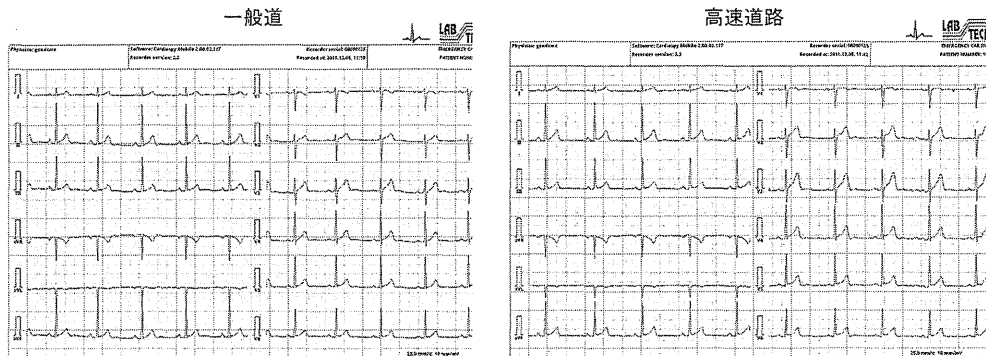


図3 車両走行中の心電図，一般道と高速道路  
 走行中の車両からの伝送心電図で，一般道と高速道で車両の揺れの影響は見られない。  
 一般道(左図)：50km/h 走行 250~350 KB の容量で GALAXYsII を介してへ伝送，伝送時間は iPhone へ 23~95 秒，通常パソコン(PC) 20~30 秒であった。高速道路(右図)：80km/h 走行 250~350 KB の容量で GALAXYsII を介して伝送，伝送時間は iPhone 17~25 秒，PC 20~38 秒であった。