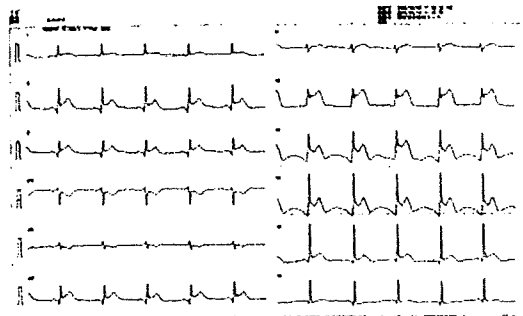


subtotal stenosis were seen in segment 6 and 13, we performed PCI successfully.

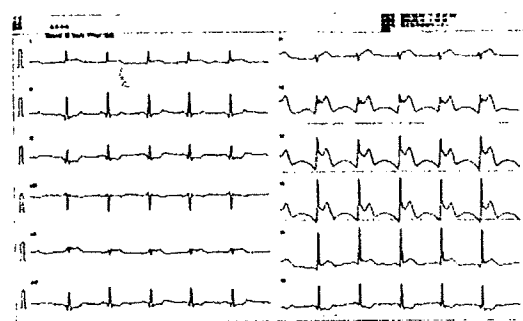
We are able to diagnose acute myocardial infarction during the transfer and useful for preparation for acceptance.

Only 12-lead ECG detects the precordial leads' ST elevation and its change.

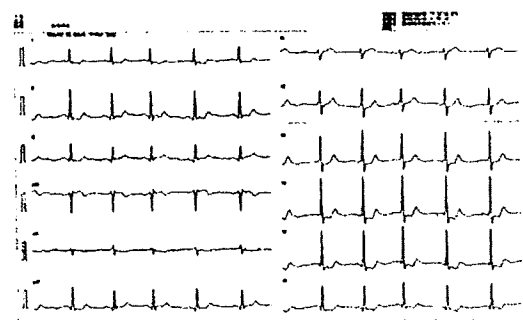
At the arrival, ST returned to the baseline: it would



[Fig.3] Three minutes later, the ST segment of the II III aVF leads has re-elevated.



[Fig.4] Four minutes later, the ST segment of the II III aVF leads has returned once more to the baseline.



[Fig.5] Seven minutes later, the ST segment of the precordial leads has returned to the baseline.



[Fig.6] Emergency coronary angiography was performed (left). As thrombus and severe stenosis were seen in segment 6 and 13 (arrows), we performed intervention using coronary stenting to those sites (right).

have been difficult to diagnose ST-elevation acute coronary syndrome with high-risk by only seeing the last ECG. After admission without prehospital continuous 12-lead ECG, this patient will be stratified into no ST change with low-risk and without emergency coronary angiography. These observations will show the new concept for the risk stratification for ACS, because standard stratification is performed using ECG changes in emergency department or after admission.

Thus, the continuous 12-lead ECG transmission using the mobile telemedicine is useful for the management of acute coronary syndrome in the emergency system.

AHA/ACC guidelines recommend routine use of 12-lead ECG and advance notification for patients with acute coronary syndrome⁶⁾.

4. Conclusion

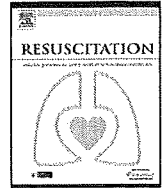
This may be the first report of live-ECGs showing varying ST changes transmitted from a moving ambulance. Mobile doctor car and helicopter will surely play a significant role as virtual-doctor mobile in future.

5. Sources of Funding

This study was supported by a Research Grant for the Cardiovascular diseases (19C-4) from the Ministry of Health, Labour and Welfare.

References

- 1) Kim DK, Yoo SK, Park IC, et al. A mobile telemedicine system for remote consultation in cases of acute stroke. *J Telemed Telecare* 2009;15(2):102-7.
- 2) LaMonte MP, Cullen J, Gagliano DM, et al. TeleBAT: mobile telemedicine for the Brain Attack Team. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2000;9(3):128-35.
- 3) Kakuchi H, Sase K, Kasahara Y, et al. Mobile Telemedicine for Cardiovascular Emergency. *Circulation* 2003;108:IV-1035.
- 4) Kakuchi H, Sase K, Nakano A, et al. Mobile Telemedicine for Cardiovascular Emergency -Experience with High-Speed Digital Mobilephone in Japan and Its Clinical Impact- *Telemedicine Journal and e-Health*. 2003;9:s-63.
- 5) Nonogi H, Yokoyama H, Otsuka Y, et al. Usefulness of Mobile Telemedicine System in Real-time Transmission of Out-of-hospital 12-lead ECG. *Circulation* 2008;118:S-1484.
- 6) Ting HH, Krumholz HM, Bradley EH et al. Implementation and Integration of Prehospital ECGs Into Systems of Care for Acute Coronary Syndrome: A Scientific Statement From the American Heart Association Interdisciplinary Council on Quality of Care and Outcomes Research, Emergency Cardiovascular Care Committee, Council on Cardiovascular Nursing, and Council on Clinical Cardiology. *Circulation* 2008;118(10):1066-1079.



Simulation and education

Effectiveness of simplified chest compression-only CPR training program with or without preparatory self-learning video: A randomized controlled trial[☆]Chika Nishiyama^a, Taku Iwami^{a,*}, Takashi Kawamura^a, Masahiko Ando^a, Kentaro Kajino^b, Naohiro Yonemoto^c, Risa Fukuda^d, Haruyuki Yuasa^e, Hiroyuki Yokoyama^f, Hiroshi Nonogi^f^a Department of Preventative Services, Kyoto University School of Public Health, Yoshida-Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501, Japan^b Emergency and Critical Care Medical Center, Osaka Police Hospital, 10-31 Kitayama-cho Tennoji-ku, Osaka 543-0035, Japan^c Department of Biostatistics, Kyoto University School of Public Health, Yoshida-Konoe-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501, Japan^d Division of Health Sciences, Osaka University Graduate School of Medicine, 1-7 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871, Japan^e Department of Anesthesiology, Sakai Hospital, Kinki University School of Medicine, 2-7-1 Harayamadai Minami-ku, Sakai, Osaka 590-0132, Japan^f Division of Cardiology, National Cardiovascular Center, 5-7-1 Fujishirodai, Suita, Osaka 565-8565, Japan

ARTICLE INFO

Article history:

Received 8 April 2009

Received in revised form 8 June 2009

Accepted 17 June 2009

Keywords:

Basic life support (BLS)

Bystander CPR

Cardiac arrest

Cardiopulmonary resuscitation (CPR)

Chest compression

Education

Manikin

Randomized controlled trial

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the effectiveness of 1-h practical chest compression-only cardiopulmonary resuscitation (CPR) training with or without a preparatory self-learning video.**Methods:** Participants were randomly assigned to either a control group or a video group who received a self-learning video before attending the 1-h chest compression-only CPR training program. The primary outcome measure was the total number of chest compressions during a 2-min test period.**Results:** 214 participants were enrolled, 183 of whom completed this study. In a simulation test just before practical training began, 88 (92.6%) of the video group attempted chest compressions, while only 58 (64.4%) of the control group ($p < 0.001$) did so. The total number of chest compressions was significantly greater in the video group than in the control group (100.5 ± 61.5 versus 74.4 ± 55.5 , $p = 0.012$). The proportion of those who attempted to use an automated external defibrillator (AED) was significantly greater in the video group (74.7% versus 28.7%, $p < 0.001$). After the 1-h practical training, the number of total chest compressions markedly increased regardless of the type of CPR training program and inter-group differences had almost disappeared (161.0 ± 31.8 in the video group and 159.0 ± 35.7 in the control group, $p = 0.628$).**Conclusions:** 1-h chest compression-only CPR training makes it possible for the general public to perform satisfactory chest compressions. Although a self-learning video encouraged people to perform CPR, their performance levels were not sufficient, confirming that practical training as well is essential. (UMIN000001046).

© 2009 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Sudden cardiac arrest is one of the leading causes of death both in Japan and other industrialized countries.^{1–3} Over the years, though the survival rate for out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) has been increasing, it is still low.^{4–6}

It is widely accepted that successful resuscitation after OHCA depends on the prompt initiation of cardiopulmonary resuscitation (CPR) and defibrillation.^{1,6,7} Despite the proven effectiveness of bystander CPR and the extensive efforts mounted to train the

general public, the proportion of bystander CPR remains at approximately 20–30%.^{2–6,8} Difficulties in learning and performing this complex psychomotor task, the fear of causing harm, and an aversion to mouth-to-mouth resuscitation are among the reasons given for this low rate of bystander CPR.^{9–12} The lengthy instruction period required for the standard training program as well as the considerable expense of providing manikins and instructors are also cited as factors that inhibit the wider dissemination of CPR training.^{13–15}

Several clinical studies have demonstrated the effectiveness of bystander-initiated chest compression-only CPR.^{16–21} Our population-based observations have also indicated that chest compression-only resuscitation was similarly effective compared with conventional CPR for most OHCA cases.³ Chest compression-only CPR is so simple that it could make general public perform effective chest compressions, even when the training program is short.^{10,22}

[☆] A Spanish translated version of the abstract of this article appears as Appendix in the final online version at doi:10.1016/j.resuscitation.2009.06.019.

* Corresponding author at: Kyoto University Health Service, Yoshida-Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501, Japan.

E-mail address: iwamit@e-mail.jp (T. Iwami).

Recently, various types of CPR training programs have been developed and reported to be effective.²³ In terms of skill retention, it was shown that video-based self-instruction programs with a manikin were no less effective than instructor-based training.²⁴ Video learning has the advantage of allowing people to learn anytime, anywhere, and at any pace.²⁵ This study aimed to evaluate the effectiveness of 1-h practical chest compression-only CPR training with or without a preparatory self-learning video.

2. Methods

2.1. Study design

This study was designed as an open prospective individual randomized controlled trial. The study started in August 2006 and ended in December 2006.

2.2. Participant recruitment and randomization

People between 18 and 70 years of age were recruited in Suita City, Osaka, via local billboards and advertisements as well as by word of mouth from the current participants. Health care professionals, medical/co-medical students and those whom the program director considered unsuitable for resuscitation training were excluded.

Participants were randomly assigned to either the video group or the control group with stratification by sex and age (<40 or ≥40 years) using permuted blocks. The allocation results were concealed from all instructors until the day of training.

2.3. Interventions

The 1-h chest compression-only CPR training consisting of chest compressions and an AED operation (Table 1) was carried out using the on-site digital video disk instructional material originally produced for this study, along with Laerdal Resusci Anne CPR manikins®, and an AED trainer (Laerdal Medical, Sta-

vanger, Norway). The video group members were provided with a 7-min self-learning video one week before attending the CPR training program and were recommended to learn the CPR procedures in advance. The self-learning video was produced by the Japanese Population-based Utstein-style Study with Basic and Advanced Life Support Education (J-PULSE) group in 2006, and was comprised of three parts: introduction (1 min), chest compression-only CPR for adults (2 min and 30 s), and use of an AED (3 min and 30 s) (Table 1). The control group members attended the CPR training program without access to that 7-min self-learning video. A total of twenty physicians, nurses and emergency medical technicians, all of whom were instructors of the Immediate Cardiac Life Support (ICLS) course certified by the Japanese Association for Acute Medicine (JAAM)²⁶ and specifically trained for this study to keep the quality of this training program, instructed the attendees with the instructor/participant ratio of 1:4.

2.4. Data collection and outcomes

Using a case-based scenario, resuscitation skills were evaluated before and immediately after the training period. In this test, a participant was called individually into the testing room and told; "Imagine you are at a department store. Suddenly a man collapses in front of you. You are the only person around. Do whatever you can do to help this man." After presentation of the scenario, we evaluated their CPR skills including initial assessment, call for 119 (the emergency call number in Japan), call for an AED, and chest compressions for 2 min using the Laerdal Resusci Anne PC skill reporting manikin system®. After the 2-min CPR evaluation, AED was brought to the manikin by the instructor and participants were encouraged to use it.

The primary outcome measure was the total number of chest compressions during the 2-min test period. The secondary outcome measures included calls for 119 and AED, a chest compression attempt, number of appropriate chest compressions, time to the first chest compression, time without chest compressions, AED operation attempt, correct positioning of defibrillator pads, clearing the area and assuring safety of the victim, and time to the first defibrillation. An appropriate chest compression was defined as one with a depth of 3.5–5.5 cm, using the correct hand position, and completely recoiling according to the Japanese CPR guideline.²⁷

2.5. Statistical methods

The sample size was calculated based on the total number of chest compressions performed during 1-min CPR by a medical student,¹⁰ assuming it to be 50 times in the video group and 40 times in the control group. Under the conditions of an alpha error of 5% and a power of 80%, 64 subjects per group were needed. Projecting an almost 10% dropout, the appropriate sample size was estimated to be 150 subjects in total.

Analyses were performed on an intention-to-treat basis, but participants who were absent from the post-training evaluation were not included in the analyses. The data were compared across groups using chi-square test or Fisher's exact test for categorical variables and Student's *t*-test for continuous variables. An analysis of covariance was conducted to adjust for allocated factors, sex and age for primary outcome. Resuscitation skills before and after the training were compared using McNemar's test for categorical variables and paired *t*-test for continuous variables. Analyses were performed using SPSS Ver.12 (SPSS, Inc., Chicago, IL). A two-tailed value of $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Table 1
Outline of chest compression-only resuscitation training program and 7-min self-learning video.

Contents	Time (min)
Training program	
Part 1. Introduction	
Awareness of need for CPR	5:00
Part 2. Adults CPR	
1. Emergency call and recognition of cardiac arrest (check response/activates EMS system/check normal breathing)	8:00
2. Chest compressions	8:00
Part 3. AED	
1. Overview of AED	3:00
2. Step for using AED	12:00
Part 4. Practice	
Simulation	24:00
Total	60:00
7-min self-learning video program	
Part 1. Introduction	1:00
Awareness of need for CPR	
Part 2. Chest compression-only resuscitation for adults	2:30
1. Emergency call	
2. Recognition of cardiac arrest	
3. Chest compressions	
Part 3. Usage of AED	3:30
1. Overview of AED	
2. Steps for using AED	
3. Special situations	
Total	7:00

2.6. Ethical considerations

All procedures were conducted according to the Declaration of Helsinki. Participants submitted their written informed consent prior to participation. This study was approved by the institutional review board of the National Cardiovascular Center, Japan.

3. Results

3.1. Flow and baseline characteristics of participants

All of 214 participants who applied for this trial between August 2006 and December 2006 were randomized and randomly assigned to either the video group (108) or control group (106). Among them, 96 (88.9%) in the video group and 87 (81.1%) in the control group who completed the study protocol were evaluated for their CPR and AED operation skills before and immediately after the training (Fig. 1). Data of one participant in the video group were accidentally lost due to mechanical error, and she was excluded from the analyses.

Baseline characteristics of the participants are shown in Table 2. The mean age was 59 years in both groups, and no significant differences in sex ratio, previous CPR training, experience of actual CPR, or family history of sudden cardiac death were found between the groups. In the video group, 80 out of 96 (83.3%) prepared for their training using the self-learning video. There were no significant differences in demographic features between 183 participants who completed the protocol and 27 who failed to attend the training.

3.2. Resuscitation skills before training

Table 3 shows the participants' performances of CPR and an AED operation before their training. The proportion of those who called

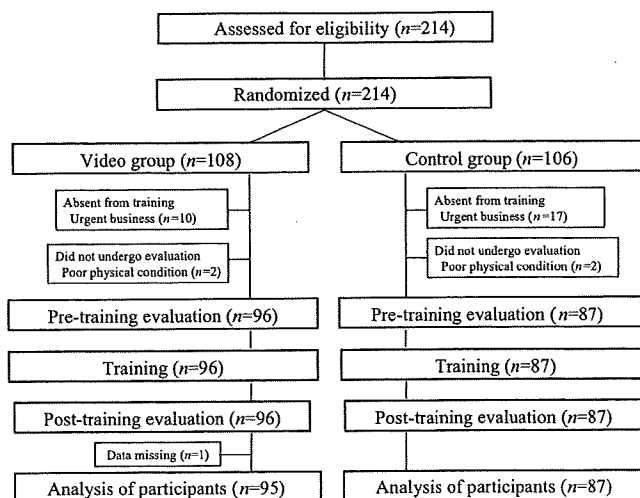


Fig. 1. Participant flow.

119 was significantly higher in the video group than in the control group (54.2% versus 25.3%, $p < 0.001$). Notably, 40 (41.7%) in the video group called for AED, while only 3 (3.4%) in the control group did so ($p < 0.001$).

Eighty-eight (92.6%) attempted chest compressions in the video group, against 58 (64.4%) in the control group ($p < 0.001$). Among those who attempted chest compressions, the total number was significantly higher in the video than in the control group (100.5 ± 61.5 versus 74.4 ± 55.5 , $p = 0.012$). Consequently, time without chest compressions was shorter in the video group (53.1 ± 26.4 s versus 63.6 ± 28.6 s, $p = 0.031$). However, a difference in the number of appropriate chest compressions, 25.7 ± 40.1 in the video group

Table 2
Baseline characteristics of participants.

	Video group (n = 108)	Control group (n = 106)	p-Value
Men, n (%)	13 (12.0)	15 (14.1)	0.689
Age (yr), mean \pm SD	59.5 \pm 10.1	59.4 \pm 11.0	0.953
Previous CPR training, n (%)	40 (37.0)	42 (39.6)	0.779
Experience of actual CPR, n (%)	4 (3.7)	3 (2.8)	1.000
Family history of sudden cardiac death, n (%)	9 (8.3)	9 (8.5)	1.000
Preparing with video, n (%) ^a	80 (83.3)	-	

Data are means \pm SD unless otherwise indicated. CPR denotes cardiopulmonary resuscitation.

^a Data are available for those who attended the CPR training (n = 96 in the video group).

Table 3
Resuscitation skills before training.

	Video group (n = 96)	Control group (n = 87)	p-Value
Activation of EMS			
Call for 119, n (%)	52 (54.2)	22 (25.3)	<0.001
Call for AED, n (%)	40 (41.7)	3 (3.4)	<0.001
Chest compressions during 2-min test period			
Chest compression attempt, n (%)	88 (92.6)	58 (64.4)	<0.001
Total chest compressions, mean \pm SD ^a	100.5 \pm 61.5	74.4 \pm 55.5	0.012
Appropriate chest compressions, mean \pm SD ^a	25.7 \pm 40.1	19.5 \pm 31.4	0.270
Time to chest compression (s), mean \pm SD ^a	34.3 \pm 18.0	29.2 \pm 20.8	0.122
Time without chest compressions (s), mean \pm SD ^a	53.1 \pm 26.4	63.6 \pm 28.6	0.031
AED operations			
AED operation attempt, n (%)	71 (74.7)	25 (28.7)	<0.001
Correct positioning of defibrillator pads, n (%) ^b	57 (80.3)	16 (64.0)	<0.001
Clear self and area, n (%) ^b	40 (56.3)	9 (36.0)	<0.001
Time to first defibrillation (s), mean \pm SD ^b	97.9 \pm 20.2	109.2 \pm 31.8	0.043

Data are means \pm SD and p-values were derived by analysis of covariance adjusting for sex and age for continuous variables. 119 denotes emergency call number in Japan; AED, automated external defibrillator.

^a Data are available for those with chest compression (n = 88 in the video group; n = 58 in the control group).

^b Data are available for those with AED (n = 71 in the video group; n = 25 in the control group).

Table 4
Resuscitation skills after training.

	Video group (n=95)	Control group (n=87)	p-Value
Activation of EMS			
Call for 119, n (%)	93 (97.7)	85 (97.9)	1.000
Call for AED, n (%)	90 (94.7)	84 (96.6)	0.720
Chest compressions during 2-min test period			
Chest compression attempt, n (%)	95 (100)	87 (100)	1.000
Total chest compressions, mean \pm SD	161.0 \pm 31.8	159.0 \pm 35.7	0.628
Appropriate chest compressions, mean \pm SD	74.7 \pm 65.9	88.8 \pm 67.0	0.196
Time to chest compression (s), mean \pm SD	25.8 \pm 8.20	24.9 \pm 10.2	0.567
Time without chest compressions (s), mean \pm SD	26.2 \pm 8.90	27.2 \pm 11.7	0.509
AED operations			
AED operation attempt, n (%)	95 (100)	87 (100)	1.000
Correct positioning of defibrillator pads, n (%)	90 (94.7)	85 (97.7)	0.450
Clear self and area, n (%)	87 (91.6)	78 (89.7)	0.800
Time to first defibrillation (s), mean \pm SD	70.0 \pm 11.8	71.7 \pm 12.3	0.297

Data are means \pm SD, and *p*-values were derived by analysis of covariance adjusting for sex and age for continuous variables. 119 denotes emergency call number in Japan; AED, automated external defibrillator.

and 19.5 \pm 31.4 in the control group, failed to reach statistical significance (*p* = 0.270).

The proportion of participants who attempted to use an AED was 74.7% in the video group and 28.7% in the control group (*p* < 0.001). Among those, pad-positioning and area-clearing were significantly better in the video group (80.3% versus 64.0%, *p* < 0.001, and 56.3% versus 36.0%, *p* < 0.001, respectively). Time to the first defibrillation was significantly shorter in the video group (97.9 \pm 20.2 s versus 109.2 \pm 31.8 s, *p* = 0.043).

3.3. Resuscitation skills after training

Table 4 shows the participants' performances of CPR and an AED operation after the 1-h practical training. Compared with the pre-training levels, the number of total chest compressions significantly increased (*p* < 0.001 in both groups), and attained similar levels (161.0 \pm 31.8 in the video group and 159.0 \pm 35.7 in the control group, *p* = 0.628). The number of appropriate chest compressions also increased both in the video group (*p* < 0.001) and control group (*p* < 0.001) and reached 74.7 \pm 65.9 and 88.8 \pm 67.0, respectively (*p* = 0.196). Time to chest compression (25.8 s versus 24.9 s, *p* = 0.567) and time without it (26.2 s versus 27.2 s, *p* = 0.509) became also similar in the both groups.

4. Discussion

This study showed that members of the general public who participated in a 1-h chest compression-only CPR training program could acquire adequate CPR skills irrespective of any preparation using video materials. After a 1-h CPR training, almost all participants called 119 and an AED and started CPR. They performed about 160 chest compressions during a 2-min test period, about half of which were appropriate. These performance levels were comparable with those acquired in a lengthier training program.^{10,22}

The potential benefit of a 7-min self-learning video was also demonstrated in this study. Before their training, more than 90% of participants in the video group attempted to do chest compressions and more than 70% attempted to use an AED, which were far superior to those in the control group. Swor et al. reported that poor knowledge of CPR was one of the reasons why so many people did not attempt it.²⁸ It is remarkable that an only 7-min self-learning video substantially encouraged people to perform CPR or use an AED. Since bystander CPR attempts could shorten time to CPR and access-time to the EMS compared with no bystander CPR,²⁹ simple video watching would contribute to better outcomes after OHCA. Self-learning video might also be one of the options for people who cannot afford to attend a practical CPR training program.

Even though the self-learning video would encourage people to perform CPR, practical CPR training with manikins is still necessary to acquire adequate CPR skills.³⁰ The number of total and appropriate chest compressions before the 1-h practical training periods was insufficient even after preparation using the video. Chest compressions were not successfully performed in either group during almost half of the 2-min CPR period, and the time from the scenario presentation to chest compressions in the video group was no shorter than that in the control group. Wiebe de and Handley also demonstrated that a web-based self-learning program for BLS and AED use helped the general public to correctly follow most of the required steps of BLS and AED operation, though the quality of their chest compressions was inadequate.³¹ Those findings highlight both the benefits and limitations of self-learning video materials divorced from practice, thus reinforcing the importance of practical CPR training.

The length of conventional CPR training programs is one of the major factors inhibiting its wider dissemination.^{13–15} Some studies showed that short training course using a self-instructional video and personal manikin,^{32,33} or a voice advisory manikin³⁴ was at least as effective as the traditional 3 or 4 h training course in terms of CPR skills performance. Here again, we emphasize the fact that the general public were enabled to perform good CPR only after a 1-h CPR training session if limiting chest compression-only CPR. Promotion of this simplified and shorter chest compression-only CPR training program could greatly extend the availability of CPR training, increase bystander CPR, and finally contribute to better OHCA outcomes. Moreover, it would be more cost-effective than standard CPR training programs that usually take 3 or 4 h.

This study has some inherent limitations. One is the lack of data on longer term retention. As Heidenreich et al. have reported, simplified chest compression-only CPR training programs may serve as valuable tools for the further review and reinforcement of CPR skills.¹⁰ We are planning in a future study to evaluate the trainees' CPR skills for a longer period. Another study limitation is that resuscitation skills were evaluated using only a case-based scenario test, with the result that resuscitation performances fell short of thoroughly reflecting clinical reality. To ensure the effectiveness of this simple chest compression-only CPR training in the real world, we have started research to determine whether or not the proportion of bystander CPR increased and survival improved after OHCA.

5. Conclusions

One-hour chest compression-only CPR training makes it possible for the general public to adequately perform CPR. More than 90% people were willing to try CPR by merely watching video. A self-

learning video is one of the options available to those who cannot afford to attend a lengthy training program. However, we strongly recommend the value of enrolling even in a short practical training course to acquire adequate CPR skills.

Conflict of interest

There are no conflicts of interest to declare.

Role of funding source

This study was supported by a Grant-in-Aid for Health and Labour Sciences Research Grants (H16-Shinkin-02) from the Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare.

Acknowledgements

We gratefully acknowledge the generous cooperation of Masaaki Matsumoto, Katsuharu Hirai, Shohei Nakai, Keiji Akatsuka, Tatsuo Azuma, Katsuo Ogura, Eiji Ohtani, Nobuyuki Iwai, Masato Ando, Kazushi Nakajima, Hiroyuki Shinkai, Katsuya Ito, Kazuya Watabe, Seiich Kasatani and Rei Suzuki in the CPR training program. We also wish to thank all the members of the Japanese Population-based Utstein-style Study with Basic and Advanced Life Support Education (J-PULSE), as well as the faculty of the Kyoto University School of Public Health for their helpful comments on the design and data analyses, both of which were critical to the success of this study.

References

- 2005 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 2005;112(Suppl.):IV1–203.
- Iwami T, Hiraide A, Nakanishi N, et al. Outcome and characteristics of out-of-hospital cardiac arrest according to location of arrest: a report from a large-scale, population-based study in Osaka Japan. *Resuscitation* 2006;69:221–8.
- Iwami T, Kawamura T, Hiraide A, et al. Effectiveness of bystander-initiated chest compression only resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2007;116:2900–7.
- Rea TD, Eisenberg MS, Becker LJ, Murray JA, Hearne T. Temporal trends in sudden cardiac arrest: a 25-year emergency medical services perspective. *Circulation* 2003;107:2780–5.
- Herlitz J, Bang A, Gunnarsson J, et al. Factors associated with survival to hospital discharge among patients hospitalised alive after out of hospital cardiac arrest: change in outcome over 20 years in the community of Goteborg Sweden. *Heart* 2003;89:25–30.
- Iwami T, Nichol G, Hiraide A, et al. Continuous improvements of “chain of survival” increased survival after out-of-hospital cardiac arrests: a large-scale population-based study. *Circulation* 2009;119:728–34.
- Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, Pepe PE. Improving survival from sudden cardiac arrest: the “chain of survival” concept. *Circulation* 1991;83:1832–47.
- Herlitz J, Andersson E, Bang A, et al. Experiences from treatment of out-of-hospital cardiac arrest during 17 years in Goteborg. *Eur Heart J* 2000;21:1251–8.
- Locke CJ, Berg RA, Sanders AB. Bystander cardiopulmonary resuscitation: concerns about mouth-to-mouth contact. *Arch Intern Med* 1995;155:938–43.
- Heidenreich JW, Sanders AB, Higdon TA, Kern KB, Berg RA, Ewy GA. Uninterrupted chest compression CPR is easier to perform and remember than standard CPR. *Resuscitation* 2004;63:123–30.
- Chamberlain DA, Hazinski MF. Education in resuscitation: an ILCOR symposium. *Circulation* 2003;108:2575–94.
- Waalewijn RA, Tijssen JG, Koster RW. Bystander initiated actions in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: results from the Amsterdam Resuscitation Study (ARRESUST). *Resuscitation* 2001;50:273–9.
- Brennan RT, Braslow A. Are we training the right people yet? A survey of participants in public cardiopulmonary resuscitation classes. *Resuscitation* 1998;37:21–5.
- Wik L, Brennan RT, Braslow A. A peer-training model for instruction of basic cardiac life support. *Resuscitation* 1995;29:119–28.
- Wang HC, Chiang WC, Chen SY, et al. Video-recording and time-motion analyses of manual versus mechanical cardiopulmonary resuscitation during ambulance transport. *Resuscitation* 2007;74:453–60.
- SOS-KANTO study group. Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *Lancet* 2007;369:920–6.
- Bohm K, Rosenqvist M, Herlitz J, Hollenberg J, Svensson L. Survival is similar after standard treatment and chest compression only in out-of-hospital bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2007;116:2908–12.
- Bossaert L, Van Hoeyweghen R. Bystander cardiopulmonary resuscitation (CPR) in out-of-hospital cardiac arrest. The Cerebral Resuscitation Study Group. *Resuscitation* 1989;17:S55–69.
- Van Hoeyweghen RJ, Bossaert LL, Mullie A, et al. Quality and efficiency of bystander CPR Belgian Cerebral Resuscitation Study Group. *Resuscitation* 1993;26:47–52.
- Waalewijn RA, Tijssen JG, Koster RW. Bystander initiated actions in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: results from the Amsterdam Resuscitation Study (ARRESUST). *Resuscitation* 2001;50:273–9.
- Hallstrom A, Cobb L, Johnson E, Copass M. Cardiopulmonary resuscitation by chest compression alone or with mouth-to-mouth ventilation. *N Engl J Med* 2000;342:1546–53.
- Nishiyama C, Iwami T, Kawamura T, et al. Effectiveness of simplified chest compression-only CPR training for the general public: a randomized controlled trial. *Resuscitation* 2009;79:90–6.
- Lynch B, Einspruch EL, Nichol G, Becker LB, Aufderheide TP, Idris A. Effectiveness of a 30-min CPR self-instruction program for lay responders: a controlled randomized study. *Resuscitation* 2005;67:31–43.
- Einspruch EL, Lynch B, Aufderheide TP, Nichol G, Becker L. Retention of CPR skills learned in a traditional AHA Heartsaver course versus 30-min video self-training: a controlled randomized study. *Resuscitation* 2007;74:476–86.
- Batcheller AM, Brennan RT, Braslow A, Urrutia A, Kaye W. Cardiopulmonary resuscitation performance of subjects over forty is better following half-hour video self-instruction compared to traditional four-hour classroom training. *Resuscitation* 2000;43:101–10.
- Japanese Association for Acute Medicine. Immediate cardiac life support course guidebook. 2nd ed. Tokyo: Yodosha; 2007 [in Japanese].
- Japanese guidelines for emergency care and cardiopulmonary resuscitation. 3rd ed. Tokyo: Health Shuppansha; 2007 [in Japanese].
- Swor R, Khan I, Domeier R, Honeycutt L, Chu K, Compton S. CPR training and CPR performance: do CPR-trained bystanders perform CPR? *Acad Emerg Med* 2006;13:596–601.
- Bossaert L, Van Hoeyweghen R. Bystander cardiopulmonary resuscitation (CPR) in out-of-hospital cardiac arrest. The Cerebral Resuscitation Study Group. *Resuscitation* 1989;17(Suppl.):S55–69.
- Sayre MR, Evans J, White LJ, Brennan TD. Providing automated external defibrillators to urban police officers in addition to a fire department rapid defibrillation program is not effective. *Resuscitation* 2005;66:189–96.
- Wiebe de V, Handley AJ. A web-based micro-simulation program for self-learning BLS skills and the use of an AED: can laypeople train themselves without a manikin? *Resuscitation* 2007;75:491–8.
- Roppolo LP, Pepe PE, Campbell L, et al. Prospective, randomized trial of the effectiveness and retention of 30-min layperson training for cardiopulmonary resuscitation and automated external defibrillators: the American airlines study. *Resuscitation* 2007;74:276–85.
- Jones I, Handley AJ, Whitfield R, Newcombe R, Chamberlain D. A preliminary feasibility study of a short DVD-based distance-learning package for basic life support. *Resuscitation* 2007;75:350–6.
- Sutton RM, Donoghue A, Myklebust H, et al. The voice advisory manikin (VAM): an innovative approach to pediatric lay provider basic life support skill education. *Resuscitation* 2007;75:161–8.

野々木 宏

● 心停止に対する対策

院内外の心停止 (cardiac arrest) に対しては、図1のように心停止の発症予防対策から、救命の連鎖でBLS (basic life support, 一次救命処置) からACLSで、蘇生後のケア、さらには再発予防において心臓リハビリテーションを含んだ包括的な二次予防対策が必要である。

救命対策の基本はBLSであり、救命のため非医療従事者と医療従事者ともに習得が必要である。BLSについて、1番目の救命の鎖は、二次救命処置 (advanced cardiac life support: ACLS) であるが、その前のBLSが不十分であれば、救命の連鎖が成り立たず効果的な救命は得られない。蘇生法はチーム医療であり、効果的な救命処置が可能となるようガイドラインに沿ったトレーニングをしてチーム蘇生の能力を上げ、必要な器材や薬剤をただちに使用できるよう、常日頃から整えておく必要がある。

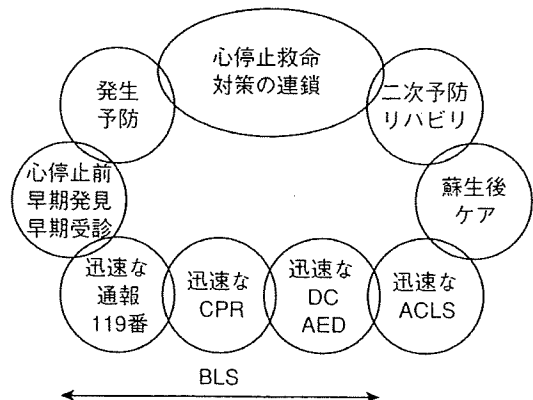


図1 心停止の包括的な救命・予防対策

CPR: cardio-pulmonary resuscitation (心肺蘇生法), DC: 除細動, AED: automated external defibrillator (自動体外式除細動器)

● 成人の救命の連鎖とアルゴリズム

1 心停止への対応 (図2)

心停止を発見したら、迅速なBLSアルゴリズムからACLSアルゴリズムへ治療を開始する。これには、蘇生チームが必要で、日頃からシミュレーションにより、チームリーダーとメンバーの役割をトレーニングしておくことが重要であり、これにはAHAが推奨するトレーニングコースが役立つ。

a. 迅速な心肺蘇生法 (CPR) の実施

心停止の場合には、チームの招集、救急カートやモニター付き除細動器を手配し、胸骨圧迫 (心臓マッサージ) を早く開始する必要がある。意識がなく正常な呼吸をしていなければ、2回の人工呼吸後に動脈触知を10秒以内に実施し、触知しなければただちに胸骨圧迫を行う。死線期呼吸 (あるいはあえぎ呼吸) は心停止直後に生じるため、この状態を呼吸ありと判断してしまうと蘇生が遅

れ予後が不良となるため、一般市民も含め指導が重要である。あえぎ呼吸は、心停止から間もないことを示し、予後良好の徴候であるためただちに蘇生をすれば蘇生率が高い²⁾。

心臓マッサージと人工呼吸の比率は30:2で繰り返す。5サイクルあるいは約2分で役割を交替する。人工呼吸ができない場合には、胸骨圧迫のみ継続でよい。除細動後の心拍再開を得るためには、胸骨圧迫の質が非常に重要であり、中断時間を短くして、1分間100回の速さで、胸骨が4~5cm沈む程度の強さと、圧迫と圧迫の間は力を抜き、十分に胸郭が拡張 (リコイル) させ、静脈還流を確保することが重要である。

b. 迅速な電氣的除細動の実施—心室細動に対して

モニター付き除細動器があれば、すぐに心電図を確認し、心室細動であれば、安全確認を行い非同期で単相性なら360J、二相性なら推奨されるエネルギー (通常150J) で除細動を行う。その後、リズム確認せず、ただちに胸骨圧迫心臓マッサージを再開する (30:2のCPRを5サイクル (約2分間) 行う)。これは、胸骨圧迫の中断をせず、冠灌流を維持するのに重要である。

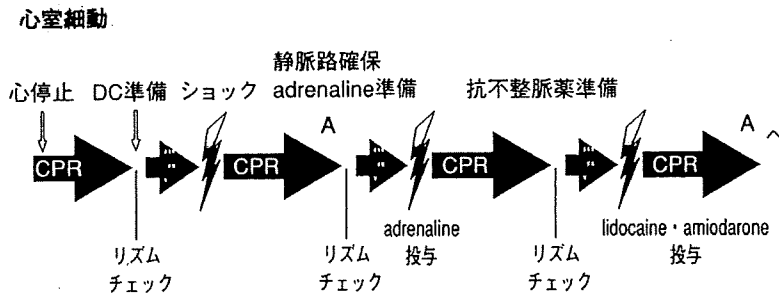


図 2 心停止：心室細動・無脈性心室頻拍の治療手順

BLSによる除細動(DC)後、CPRを実施しながら静脈路確保し、アドレナリン(エピネフリン)を準備し、リズムチェックでVF/無脈性VTが確認されれば、CPR中に投与する。除細動を遅らせないことが重要であるため、DC直後に投与されてもよい。次には抗不整脈薬(lidocaineあるいはamiodarone)を準備し、リズムチェックを行いVF/VTが持続するなら使用する。この手順を繰り返す(A)。(文献1より引用)

表 1 鑑別すべき症状 (PEA, asystole)

1. 循環血液量低下 (出血, 脱水など)
2. 低酸素血症
3. 低・高カリウム血症
4. 緊張性気胸
5. 心タンポナーデ
6. 薬物中毒
7. 低体温
8. アシドーシス
9. 心筋梗塞
10. 肺塞栓症
11. 低血糖
12. 外傷

c. 質の高いCPRの継続

チームリーダーは、CPRの質を確認し、換気による胸郭のあがりを確認し、不十分であればエアウェイを挿入する。リザーバー付きバグバルブマスクで換気されていれば、気管挿管を急ぐ必要はない。気管挿管時には熟練者による施行に限定し、心臓マッサージの中断をできるだけ短くすることが求められている。気管挿管を行った場合には、食道挿管を避けるため器具を用いて確認する。

d. ACLSへの移行

リーダーはチームメンバーの役割を指示し、CPRを続行させながら、静脈路(困難な場合には骨髄投与考慮)を確保し、次に使用する薬物を準備させる(具体的に明確な指示をする。adrenaline 1mgと後押し用の20mLの生理食塩水の準備を指示)。2分後にモニターでリズムを確認し、心室細動であれば除細動を行い、CPRを再開しながらadrenalineを投与する。次には、抗不整脈薬(amioda-

rone 150~300mgあるいはlidocaine 50~100mg)を準備させる。このアルゴリズムを繰り返しながら、鑑別診断を行い、適切な治療を選択する。必要な場合には、補助循環の適用を検討する。

2 無脈性電気活動(PEA)、心静止(asystole)への対応

a. 心静止

CPRを開始し、リズムチェックでフラットラインの場合には、CPRを再開しながら、リードのはずれやゲインが適切か確認し、心静止と判断されれば、薬物の投与(adrenaline 1mg, atropine 1mg)を繰り返す。この間に鑑別診断(表1)を行い、必要な検査と治療を行う。鑑別した疾患に合致した治療が行えれば、救命のチャンスが生じる。

b. 無脈性電気活動(PEA)

リズムチェックで、心電図上何らかの波形(電気活動)があるが頸動脈触知ができない場合には、PEAと判断してCPRを裁可し治療(adrenaline, 徐脈性にはatropineを併用する)を行う。この間に鑑別診断(表1)を行い、救命のチャンスをつくる。

● 心停止前後の治療

心停止の防止には、原因疾患への対策が不可欠である。

急性心筋梗塞症：プレホスピタルにおける急性冠症候群への対策、特に血栓溶解療法やPTCAを用いる再灌流療法までの時間を短縮し、予後

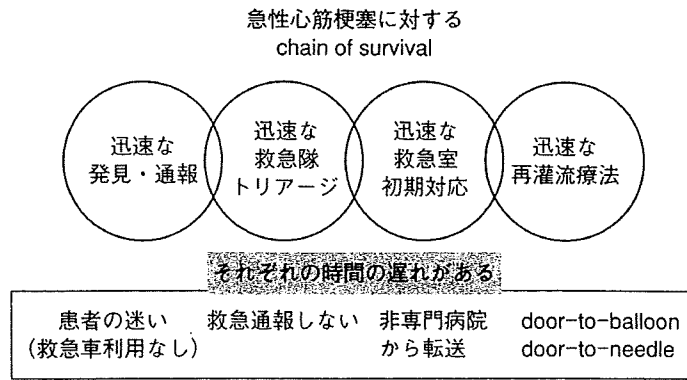


図 3 急性心筋梗塞症への対応
(文献3より引用)

改善をはかることが重要である³⁾(図3)。

また、蘇生後には脳蘇生をはじめとする臓器保護が重要となり、低体温療法を中心とした“蘇生後症候群”に対する治療法の確立が重要である⁴⁾。

以上のように、国際ガイドラインの基本は、心臓マッサージの中断を短くすることと迅速な除細動の適用である¹⁾。これは、非医療従事者のみならず ACLS を実施する医療従事者においても共通であり、“back to basic” という基本を忘れないことが救命率を向上させるポイントである。医療従事者は救命の連鎖を確立するリーダーとなることが期待されている。そのため、内科認定医や各学会の専門医取得の際には、心肺蘇生法講習を履修することが求められる時代となった。本項が役立つは幸いである。

文 献

- 1) American Heart Assoc : ACLS プロバイダーマニュアル 日本語版—AHA ガイドライン 2005 準拠, シナジー, 東京, 2008
- 2) Bobrow BJ, Zuercher M, Ewy GA et al : Gasping during cardiac arrest in humans is frequent and associated with improved survival. *Circulation* 118 : 2550-2554, 2008
- 3) Ornato JP : The ST-segment-elevation myocardial infarction chain of survival. *Circulation* 116 : 6-9, 2007
- 4) Neumar RW, Nolan JP, Adrie C et al : Post-cardiac arrest syndrome ; epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A consensus statement from the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, Australian and New Zealand Council on Resuscitation, European Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Council of Asia, and the Resuscitation Council of Southern Africa) ; the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care ; the Council on Clinical Cardiology; and the Stroke Council. *Circulation* 118 : 2452-2483, 2008

急性心筋梗塞と脳卒中に対する急性期診療体制の構築に関する研究 —循環器救急医療体制におけるモバイル・テレメディシンの現状—

横山 広行¹⁾ 大塚 頼隆²⁾ 野々木 宏^{1,2)}

国立循環器病センター 心臓血管内科¹⁾ 緊急治療科²⁾ 集中治療室

要旨

心原性心停止の抑制には、急性心筋梗塞の対策が重要である。救急蘇生国際ガイドライン 2005 は、急性心筋梗塞の死亡患者の半数は、病院到着前に死亡することが報告されている。梗塞サイズ縮小、予後改善、突然死軽減には、発症から 1 時間以内に専門医療機関を受診することが重要である。AHA / ACC による急性心筋梗塞ガイドラインでは、発症から 1 時間以内に受診、発症から再灌流療法施行までを 2 時間以内、救急隊到着から冠動脈バルーン拡張まで 90 分以内が勧告されている。心筋梗塞発症から治療までの時間は、発症から救急隊到着、救急隊到着から病院、病院到着から心電図記録、心電図記録から再灌流療法、に分けられ、院外心電図の記録、収容病院への事前情報提供が重要である。G 2005 では都市及び都市近郊の EMS における院外 12 誘導心電図診断プログラムの実施はクラス I で推奨されている。日本では Fax による 12 誘導心電図の伝送と口頭報告が現状である。我々はモバイル・テレメディシンの臨床運用を開始した。モバイル・テレメディシンのシステムは移動体通信（携帯電話）を用いた遠隔医療で、救急車搬送中の 12 誘導心電図、血圧、呼吸、脈拍などのバイタルデータと小型カメラによる映像など救急医療に必要なデータが標準化され、移動通信網を介して、医療情報をリアルタイムに病院側にインターネットを利用して送信するものである。院外 12 誘導心電図により ST 上昇・非 ST 上昇型 MI を診断し、door-to-balloon 時間が短縮することを報告した。

キーワード：モバイル・テレメディシンシステム、急性心筋梗塞、Door-to-Balloon Time

1. はじめに

急性心筋梗塞、脳卒中はいずれも日本における 3 大死因を占める急性疾病である。急性心筋梗塞、脳卒中の死亡率を抑制するためには、より迅速に病院前トリアージを実施するための循環器救急疾患診療体制の構築が必要である。

循環器急性期医療におけるモバイル・テレメディシンの活用は、適切な搬送先選定におけるトリアージ、重症度の的確な評価など、病院前救護においてその効果が期待されるものである。特に院外心原性心停止を抑制するためには、急性心筋梗塞の対策が急務である。

救急蘇生国際ガイドライン 2005 (G 2005) には、急性心筋梗塞の死亡患者の半数は、病院到着前に死亡することが報告されている。梗塞サイズ縮小、予後改善、突然死軽減には、発症から 1 時間以内に専門医療機関を受診することが重要である。AHA / ACC による急性心筋梗塞ガイドラインでは、発症から 1 時間以内に受診、発症から再灌流療法施行までを 2 時間以内、救急隊 (Emergency Medical Service ; EMS) 到着から線溶療法開始まで (EMS-to-drug 時間)

30 分以内、あるいは救急隊からバルーン拡張まで (EMS-to-balloon 時間) 90 分以内が勧告されている。

心筋梗塞発症から治療までの時間は発症から救急隊到着¹⁾、救急隊到着から病院²⁾、病院到着から心電図記録³⁾、心電図記録から再灌流療法⁴⁾に分けられ、院外心電図の記録、収容病院への事前情報提供はトリアージと時間短縮に重要である。

我々はモバイル・テレメディシンの臨床運用を開始し、循環器救急医療体制におけるその有効性を検証したので報告し、若干の提言を加える。

2. 提言

G 2005 では、都市及び都市近郊の EMS における院外 12 誘導心電図診断プログラムの実施は、クラス I で推奨されている。院外 12 誘導心電図の活用により、再灌流療

法が可能な専門施設へ時間の遅れなく搬送できる。病院到着前に ST 上昇型急性心筋梗塞の診断が可能となり、冠動脈カテーテル治療におけるバルーン拡張までの時間が短縮すると報告されている。(Door-to-balloon 時間)

従来、日本では Fax による 12 誘導心電図伝送と口頭報告が施されていたが、臨床活用は十分とは言い難い状況であった。

今回、我々が開発し、臨床運用を開始したモバイル・テレメディシンシステムは、移動体通信（携帯電話）を用いた遠隔医療である。搬送中の救急車内から、連続的 12 誘導心電図、血圧、呼吸、脈拍などのバイタルデータと小型カメラによる車内映像など、救急医療に必要なデータが標準化され、通常の携帯電話による移動通信網を介して、医療情報がリアルタイムに搬送先である国立循環器病センターにインターネットを介して送信されるものである。

モバイル・テレメディシンシステムの臨床応用までには、何段階かの検証過程を重ねた。

- ① ベンチテストにより、第 3 世代携帯電話を通じたインターネットにより 12 誘導心電図、画像のリアルタイム連続伝送を検証した。
- ② 救急車にモバイル・テレメディシンシステムを突装した伝送実験を実施した。救急車内のシステム起動時間は 45 秒、12 誘導送信ボタンを押してから病院側で 12 誘導心電図の表示が開始されるまでの時間は 20 秒から 70 秒、画像モニタの送信開始から病院受信側スクリーンに表示までの送信時間は、カメラ画像と frame rate により 1 秒から 5 秒要することを検証した。モバイル・テレメディシンシステムにおいて、多種多様な医療用生体情報を標準化し、符号化した圧縮情報として伝送することを念頭におき、MFER (Medical Waveform Format Encoding Rule) を採用した。
- ③ 2006 年 7 月フィールド試験を実施した。今回のモバイル・テレメディシンシステムを臨床応用する地域において、一般道と高速道路を走行する自動車から国立循環器病センターへ、12 誘導心電図波形、血圧、呼吸数、脈拍数などのバイタルデータと、車内

映像をリアルタイムで伝送した。一般道、高速道路ともにデータ伝送、画像伝送、遠隔カメラ操作、回線再接続のどの各機能に問題を認めなかった。12誘導心電図波形の伝送遅延は約10秒から12秒であった。カメラ画像は解像度320×240ピクセルで約2から3fpsであった。

- ④ 2007年1月29日から2月23日の期間に、吹田市と吹田市消防本部の支援により、実際に救急車1台にモバイル・テレメディシンシステムを搭載し、患者搬送に用い、急性冠症候群、急性重症心不全、頻脈性不整脈症例において活用した。使用した機材として、12誘導心電図は大日本住友製薬社「レーダーサーク」、データ伝送用超小型LinuxサーバーはNTTコムウェア「L-Box」、情報コントロール用PDAを用いてFOMAカードを介して、FOMA回線によりインターネットで生体情報を伝送した。受信側の国立循環器病センターでは院内3か所に受信用端末を設置した。モバイル・テレメディシンシステムにより救急搬送中から正確な生体情報を取得することにより迅速なトリアージに有効であることが検証された。
- ⑤ 2008年6月より、吹田市行政、吹田市消防本部と協力連携することにより、市内全6消防本部の6台の救急車にモバイル・テレメディシンシステムを搭載し、臨床運用を開始した。2009年6月までの1年間で約100例の症例がモバイル・テレメディシンシステムを搭載した救急車により国立循環器病センターに搬送された。

モバイル・テレメディシンシステムを活用した搬送症例の約半数が循環器救急疾患であった。内訳は、急性冠症候群（ST上昇型急性心筋梗塞16例、ST非上昇型急性心筋梗塞2例、不安定狭心症7例、陈旧性心筋梗塞1例）、不整脈13例（心室細動1例、心室頻拍1例、発作性上室性頻拍4例、心房粗動2例、心房細動5例）、うっ血性心不全6例、急性大動脈解離6例、その他50例であった。

特にST上昇型急性心筋梗塞ではモバイル・テレメディシンシステムは迅速な診断に有効であった。搬送中に伝送された院外12誘導心電図によりST上昇型急性心筋梗塞を的確に診断し、救急車が病院に到着する前に緊急カテーターチームを招集し、カテーター室を準備することが可能になり、door-to-balloon時間が52分の症例や、搬送中にST上昇型急性心筋梗塞を的確に診断し、患者・家族に冠動脈造影の説明をすることにより、door-to-balloon時間が47分の症例を経験した。



頻脈性・徐脈性不整脈、急性心不全、及び急性大動脈解離症例においてもモバイルテレメディシンシステムは有効であった。頻脈性・徐脈性不整脈症例では不安定で危険性の高い不整脈の的確な病院前診断が可能であり、有効であった。不安定な不整脈、急性うっ血性心不全、急性大動

脈解離では救急車が病院に到着するまでに適切な人員の招集と配置、医療機器の準備が可能になり有効であった。

3.まとめ

モバイルテレメディシンシステムの臨床運用経験より、我々は急性心筋梗塞と脳卒中に対する急性期診療のより良い体制を構築するためには、行政、救急消防本部と搬送病院が協力した循環器救急医療体制におけるモバイル・テレメディシンの積極的運用を提言する。

前出の繰り返しとなるが、急性心筋梗塞、脳卒中は日本における3大死因を占める疾病である。AHA/ACCによる急性心筋梗塞ガイドラインでは、発症から1時間以内に受診、発症から再灌流療法施行までを2時間以内、救急隊到着から冠動脈のバルーン拡張まで90分以内が勧告されている。また脳卒中では血栓溶解療法の適応は発症から3時間以内に制限されている。これら循環器救急疾患の死亡率を抑制するためには、搬送に際して的確な病院収容前の診断は重要である。我々は多くの検証を実施後、循環器急性期医療において実際にモバイル・テレメディシンを活用し、その臨床的有効性を実感している。全国規模で急性心筋梗塞と脳卒中の救急搬送に、モバイル・テレメディシンを導入するためには、より解像度の高いリアルタイムの画像伝送を実現するために、さらなる改善が必要であるが、循環器救急搬送における有効性は疑問の余地はない。

モバイル・テレメディシンシステムが全国的に広まるためには、医療用生体情報データの標準規格化、他の標準データとの整合性を保持し、オープン規格にする必要がある。

本システムは、標準的な移動体通信網を用いて、標準的な医用波型の標準化MPFERを用いているため、この規格を用いれば全ての医療情報の伝送が可能である。今後低コストの情報システムの開発が必要である。また救急車と搬送病院において画像情報を双方向性に情報伝達することは、臨床において大変重要である。

参考文献

- 1) Otsuka Y, Yokoyama H and Nonogi H. A Novel Mobile Telemedicine System for Real-time Transmission of Out-of-hospital ECG Data for ST-elevation Myocardial Infarction. Catheter Cardiovasc Interv 2009;Feb 2. [Epub ahead of print]
- 2) Nonogi H, Yokoyama H, Otsuka Y et al. Usefulness of Mobile Telemedicine System In real-time transmission of out-of-hospital 12-lead ECG. American Heart Association the 81th Scientific Sessions ReSS, 2008;November, Orlando.
- 3) Yagi N., Yokoyama H., Yamanaka F. et al. Usefulness of Mobile Telemedicine System in Real-time Transmission of Prehospital 12-lead ECG. 第73回日本循環器学会総会 2009年3月(大阪).
- 4) Ting HH, Krumholz HM, Bradley EH et al. Implementation and integration of prehospital ECGs into systems of care for acute coronary syndrome. Circulation 2008;118:1066-79.

モバイルテレメディシンの課題 —移動体からの携帯電話回線速度の地域格差—

大林 俊彦¹⁾ 矢作 直樹²⁾ 石井 圭亮³⁾ 横田 勝彦⁴⁾ 野々木 宏⁵⁾ 安田 浩⁴⁾

¹⁾ 東京大学医学部附属病院材料管理部 ²⁾ 東京大学医学部救急医学講座

³⁾ 大分大学医学部救急医学講座 ⁴⁾ 東京電機大学未来科学部メディア情報学科 ⁵⁾ 国立循環器病センター

要旨

これまで、日本国内での救急救命士の気管挿管適応症例拡大を期待して、携帯電話網によるビデオ喉頭鏡動画伝送を使ったオンラインメディカルコントロールが可能であることを実証する実験を行ってきた。しかし、動画伝送装置を救命士の気管挿管時だけにしか使わないのでは、活用頻度が低く、普及し得ない。この打開策として、現場や取容直後の外傷・脳卒中患者など、より多くの症例への動画伝送装置活用を期待して、ドクターカーやモバイルテレメディンへの実装を想定した伝送実験を、高速データ通信サービスエリアと謳われている地方都市郊外で行った。結果は残念ながら、思うような安定した通信回線速度が得られず、都会地と地方とのデジタルデバイドが、未だあることを痛感した。

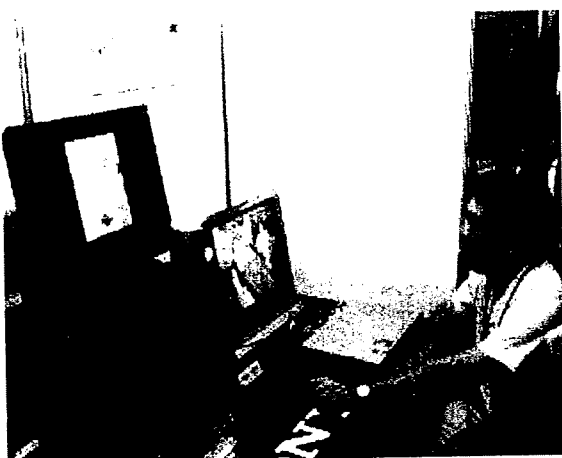
キーワード：気管挿管、オンラインメディカルコントロール、ビデオ喉頭鏡、デジタルデバイド、モバイルテレメディン

1. はじめに

筆者らは、2004年6月に初めて、静止状態の救急車から回線確保の携帯電話網経由で、ビデオ喉頭鏡の動画伝送を使って、救急救命士の気管挿管施行時のリアルタイムオンラインメディカルコントロールが可能であることを示す実証実験を実施した^{1)~5)}。

2007年10月には大阪での救急医学会総会展示会場で、回線確保なしの一般的な高速データ通信サービス携帯電話網経由で、さらに良好な気管挿管時の動画伝送が得られることを実証してきた【図1】⁶⁾。

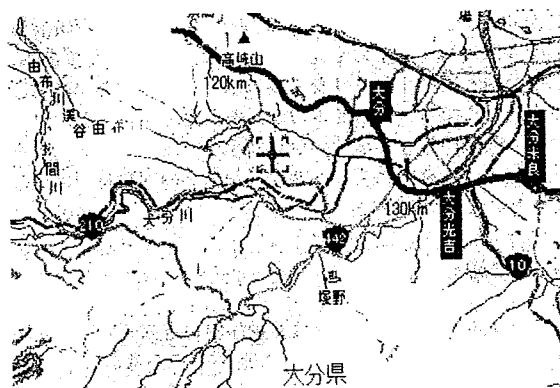
しかし、気管挿管を必要とする症例数は限られることから、今後は、気管挿管時の画像伝送のプラットフォームとなるであろうモバイルテレメディン^{7)~9)}に、支援医師に利活用意欲をそそる程の、良好な動画伝送システムを組み込むことを検討している。



【図1】気管挿管時の動画伝送実験

2. 事例

今回、都市部において救急車からの伝送実験では、良好な結果を得ている携帯電話網対応の動画伝送システムを、高速データ通信サービスエリアと謳われている大分市郊外で実装して、実走行時の動画伝送実験を行った。



【図2】高速データ通信エリア FOMA ハイスピードエリア

図2の中心マークは大分大学医学部附属病院である。濃い色のエリアが殆どであるが、これは高速データ通信エリア FOMA ハイスピードエリアを示している。

2009年6月22日、大分大学医学部附属病院会議室に受信用のソニーロケーションポーター RVT-SD100を設置し、送信側実験車両にも、カメラ等を繋いだロケーションポーターを設置し、FOMA データカード A2502を1枚または2枚で通信した。音声は双方向である。車両は主として国道210号線上を東西8kmにわたって走行した。

ソニーロケーションポーター RVT-SD100については、すでにIII型のノート PC タイプの段階で、大阪の救急医学会展示会場【図1】⁶⁾での気管挿管動画伝送デモンストレーションや、幾つかの走行救急車両からの伝送実験などで、良好な動画伝送が得られるという実績を持っているシステムである。構成図を示す【図3】。

今回の実験でも、良好な動画伝送が期待されたが、実際には通信回線の帯域が狭く不安定な状態が続いたため、回線速度低下時にストアされた画像が蓄積し、画像が1分以上遅延し、音声と乖離するという現象が発生した。結果として、当初想定していた品質での動画伝送を行うことが出来なかった。その後の調査で、この一帯は通常の FOMA エリア (2GHz 帯) と FOMA プラスエリア (800MHz 帯) が混在しており、その切り替え時に、データ通信が途切れた可能性もあることがわかった。

心臓突然死 — 発生場所・原因と頻度

野々木 宏(国立循環器病センター心臓血管内科)

本日は、心臓突然死の発生に関する内容についてお話ししたいと思います。

突然死は、一般的には「発症から24時間以内の予期せぬ内因性死亡」と定義されています。しかし、数多くの定義があり、統一されていないのが現状であります。突然死の原因あるいは発生頻度を比較する場合には、用いられている定義に注意を要すると思われれます。

わが国では、国際疾病分類ICD-9を用いた時代には、24時間以内の突然の自然死と定義されていました。この時代の突然死に関する9報告をまとめた野口らの調査を紹介致します(図1)。

突然の自然死は、約2万9千例で、人口10万人あたり80例となります。突然死のうち、心臓・大血管系疾患の割合は約6割であり、脳血管疾患まで含めると約8割が循環器疾患となります。

次に、厚生労働省循環器病委託研究において、院

外突然死例を克明に病理解剖した東海林らの報告を紹介します。この報告の特徴は、超急性期に死亡した急性心筋梗塞の病理診断を行ったことです。その剖検診断は、冠動脈内の血栓像と、その部位のプラーク破綻像の証明、さらに梗塞心筋を特殊染色により行ったものです(図2)。

成人の内因性心停止593例の死因のうち、急性心筋梗塞が34%と最も多く、その他の心疾患は18%、これには陳旧性心筋梗塞、冠攣縮性狭心症、致死性不整脈、心筋症、弁膜症、先天性心疾患、心タンポナーデが含まれます。

大動脈瘤破裂と急性大動脈解離などの大動脈病変が12%、くも膜下出血が14%、その他の疾患が22%でありました(急性呼吸不全、肺塞栓、アルコール中毒、消化管出血、脳神経筋疾患、癌末期など)。

その結果、内因性突然死の原因疾患は、心臓性が52%であり、また脳血管と大血管疾患を含めると、

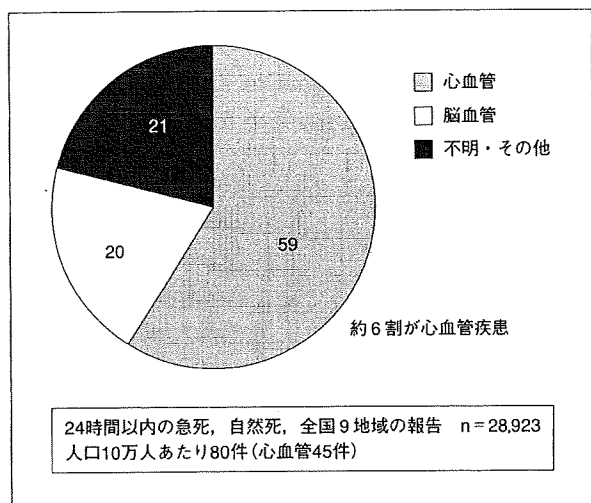


図1 突然死の内訳(ICD-9)

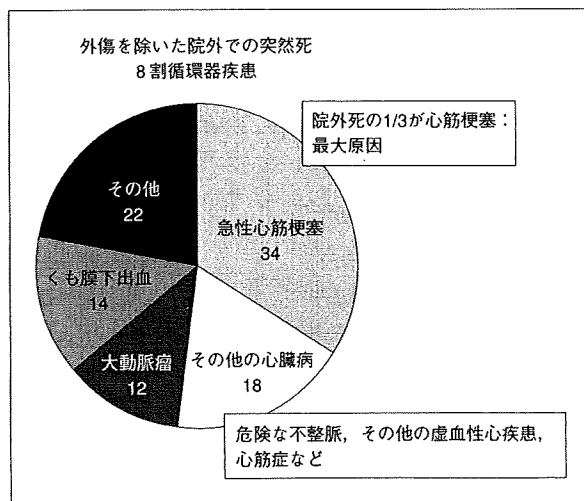


図2 内因性院外死の原因疾患: 病理解剖



図3 ウツタイン様式による院外心停止登録

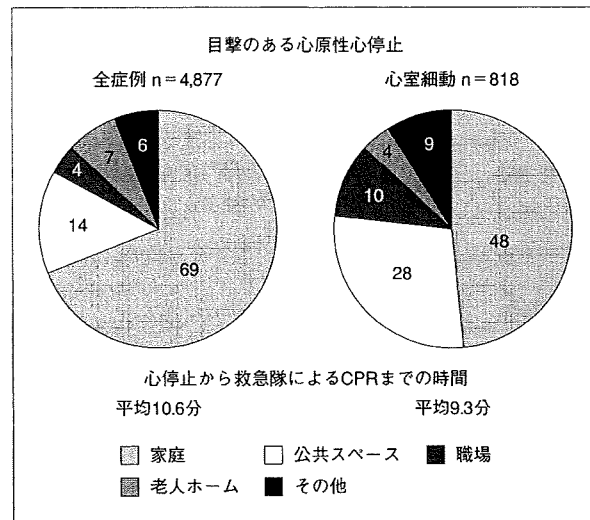


図4 心停止発生場所

ウツタイン大阪 Iwami et al: Circulation 2007; 116: 2900

循環器疾患が約8割となり、野口らの報告とほぼ同じ割合であり、内因性の突然死の原因疾患は約8割が循環器疾患といえます。

さらに、救命対策の立場から院外での突然の心停止を扱ったものにウツタイン様式による登録があります。1990年にノルウェーのウツタイン修道院で国際会議が開催され、院外心停止の定義や記録方法が国際的に統一されました。そこから、ウツタイン様式と呼ばれるようになりました(図3)。

ウツタイン様式による心停止とは「脈拍が触知できない、反応がない、無呼吸で確認される心臓の機械的な活動の停止」と定義され、心原性、すなわち心臓性と推測できるものと、非心原性に分けられます。原因が不明な場合には除外診断に基づき心原性と扱われています。

非心原性には、乳児突然死症候群、急性薬物中毒、自殺、溺死、出血、脳血管障害、外傷が分類されます。

この様式に従えば、国際的な比較や地域比較、また経年変化が可能となり、救急体制の対策も検討可能となります。

わが国で、いち早くこの方法を用いて登録を開始

したのが大阪府です。1998年から発生した院外死停止の全例登録が開始され、現在も継続され、世界最大規模のデータベースとなっています。さらに、2005年から総務省により全国の院外心停止例が、ウツタイン様式により登録されています。これらの取り組みは、世界的にも類がない最大規模であり、今後の国際発信が期待されています。

これらのウツタインデータから、院外心停止の発生場所についてお話致します(図4)。

大阪府のデータで、1998年から5年間で、一般市民により目撃された心原性心停止は4,877例であり、その発生場所は家庭が最も多く、69%であり、公共スペースでの発生は14%と低率でした。院外心停止のうち、初期のリズムが心室細動であるのは818例で、この場合の発生場所は公共スペースが28%、職場が10%と高くなり、家庭で発生する割合は48%と低くなります。公共スペースなどでは、大勢の方が目撃し、通報も早いことが考えられ、救急隊到着による心肺蘇生法の開始までも、院外心停止全例に比べると1分以上早くなっています。また目撃者による心肺蘇生法の実施率も院外心停止全体では27%でしたが、心室細動例の場合には35%と高率でした。

日本(循環器病委託研究と厚生労働科学研究)から
世界に誇る2つのエビデンスが誕生:2007年

東京(Lancet)と大阪(Circulation)の心停止登録作業により、通常のCPR(胸骨圧迫と呼吸)と胸骨圧迫のみのCPRを比べると、後者により同等かそれ以上の救命効果があることが実証された。



これで国際ガイドラインが
変わりました。



図5 最近の研究でわかったこと

このように電気ショックで救命の可能性がある心室細動を維持するためには、通報の早さや一般市民による心肺蘇生法の実施が関与していると考えられます。

このようなわが国でのウツタイン様式による登録データを用いて、2007年に大阪府と東京都から重要な報告が行われました。それぞれ、CirculationとLancetに掲載されました。

それは、心原性院外心停止に対する心肺蘇生法の効果に関する報告であります(図5)。それによりますと、口対口人工呼吸と胸骨圧迫心臓マッサージの組み合わせ、これは標準的な心肺蘇生法ですが、これと胸骨圧迫のみを実施している蘇生法を比較すると、救命効果は、後者、すなわち胸骨圧迫のみの蘇生法が同等か、それ以上であることが実証されました(図6)。

これにより、一般市民が実施する心肺蘇生法について、国際的なガイドラインが変更されました。成人の突然の心停止に対して、人工呼吸ができない、あるいは自信が無い場合には、積極的に胸骨圧迫のみの蘇生法が勧告されました。これは、hands-only CPRと名付けられました。Hands-only、すなわち口を使う人工呼吸は不要で、手を使う胸骨圧迫心臓マッサージのみで良いという意味です(図7)。

院外での突然の心停止後、心室細動を維持し、救命率を上げるためには、発見者による心肺蘇生法の

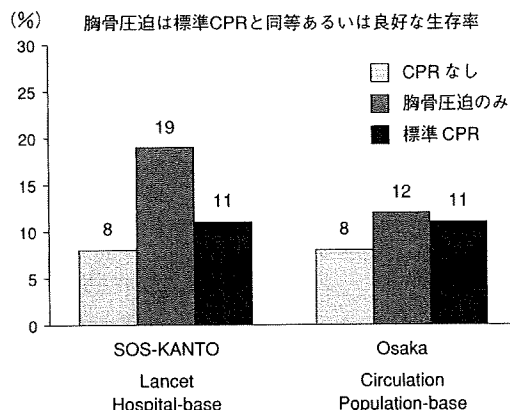


図6 目撃のある院外心停止心室細動の1カ月生存率
Esy Circulation 2007; 116: 2894



図7 心停止には心肺蘇生法が効果的

実施が有効です。

今後の対策は、自動体外式除細動器AEDの普及と市民による心肺蘇生法、特に胸骨圧迫のみの方法を普及啓発することで、その実施率をあげることでありえます。

以上のように、心臓突然死や院外心停止の情報を蓄積することで、院外心停止の救命対策につながるものと思われま

(ラジオNIKKEI心臓財団虚血性心疾患セミナーより)

トピックス

III. 治療

5. 急性冠症候群のプレホスピタルケア

野々木 宏

要 旨

急性心筋梗塞症をはじめとする急性冠症候群の院内死亡率は近年の診療の進歩により大幅に減少した。しかし、院外で急死する例や治療の遅れにより重症化することがまれではなく、プレホスピタルにおける診療体制の構築が急務である。発症時の患者の迷いの時間の短縮、119番通報、救急隊のトリアージによる専門的治療特に再灌流療法までの時間短縮が必要であり、また急性冠症候群に起因することが多い院外心停止に対する救命の連鎖の確立が重要である。

〔日内会誌 98：330～335, 2009〕

Key words：急性心筋梗塞症，急性冠症候群，プレホスピタル，救急搬送，突然死

はじめに

急性心筋梗塞症(acute myocardial infarction, MI)をはじめとする急性冠症候群(acute coronary syndrome, ACS)の院内死亡率は近年の診療の進歩により大幅に減少した。これには、補助循環法、薬物治療、再灌流療法の進歩がある。しかし、これらの成績は専門病院に入院が可能であった限られた症例のものであり、また入院の遅れにより再灌流療法の適用とならず予後が不良な症例がまれではない。対策にはプレホスピタルにおけるシステムの改善が必要である。本稿では、プレホスピタルにおけるACS特にMIのケアの課題について言及したい。

1. 急性心筋梗塞症の発症数と致命率の検討

これまでMIの登録は病院入院例(hospital-based)であり、院外突然死例を含まず、地域の発症(population-based)を把握したものではなかった。これには全国的な登録システムの確立が必要である。そのモデルを構築するため全国の中から23地域(人口1,300万人)を抽出して、その地域における全病院へのアンケート調査により689病院での1カ月間(10月)のMIと院外心停止例の登録を実施した(循環器病委託研究)¹⁾。内因性院外心停止の1/3がMIであったとする東海林らの報告²⁾を用いて換算した。その結果、612例の急性心筋梗塞症が登録され、人口10万人あたり年間推定57人の発症であった。回答率が60～70%で季節間変動や病院受診をしていない症例や検死例が登録されていないという限界はあるが内科系病院を網羅していることから

のぎ ひろし：国立循環器病センター心臓血管内科

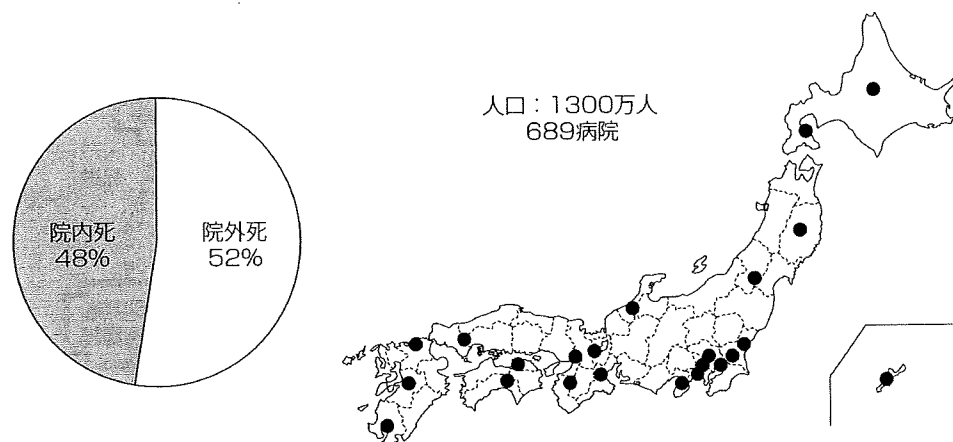


図1. 急性心筋梗塞症の致命率（文献1より）
全国23地域における登録 致命率は21%であった。
循環器病委託研究班11公一6より

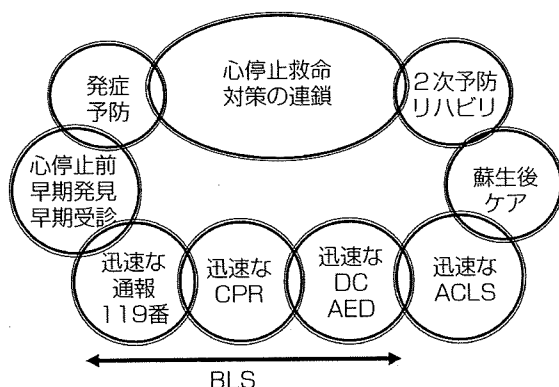


図2. 虚血性心疾患による突然死の予防対策の連鎖
それぞれの対策が時間遅れなく、また連鎖することで心停止の救命や予防が可能となる。
BLS:1次救命処置, ACLS:2次救命処置, CPR:心肺蘇生法, DC:電氣的除細動, AED:自動体外式除細動器。

ほぼ動向が把握できたものと考えられる。致命率は21%で、死亡の内訳は院外死52%、院内死48%で院外死が半数以上であった(図1)。これは米国からの報告でも同様に院外死が死亡の半数以上であり、MI救命対策のフォーカスは院外にあるといえる。

2. 突然死の予防対策（図2）

心停止の最大原因はMIであるため、その発症予防と発症後の早期受診と早期治療が重要である。MI発症後、心停止が生じるまで1時間以内が多いが瞬間死は少なく、発症直後に119番通報すれば心停止に陥る前に対応が可能である²⁾。また、MI発症前に前兆となる狭心痛がある症例が約6割あるため、その時点で早期受診すれば発症前に対応が可能である。市民や高リスク群への啓発活動が重要な点である。更に、院外での突然死発症時には、救命の連鎖特に家族による早期通報、心肺蘇生法（cardiopulmonary resuscitation, CPR）、特に成人の突然の心停止には胸骨圧迫のみのCPRで十分であり³⁾、自動体外式除細動器（automated external defibrillation, AED）が到着あるいは救急隊到着まで継続することが重要である。すでに早期に市民によるAED実施により院外心停止救命例が増加しつつあるため、多人数が集まる公共スペースでのAED設置の普及が望まれる。また、住民が24時間実施できるためには、コンビニエンスストアや交番、ガソリンスタンドなどに設置が勧告されて

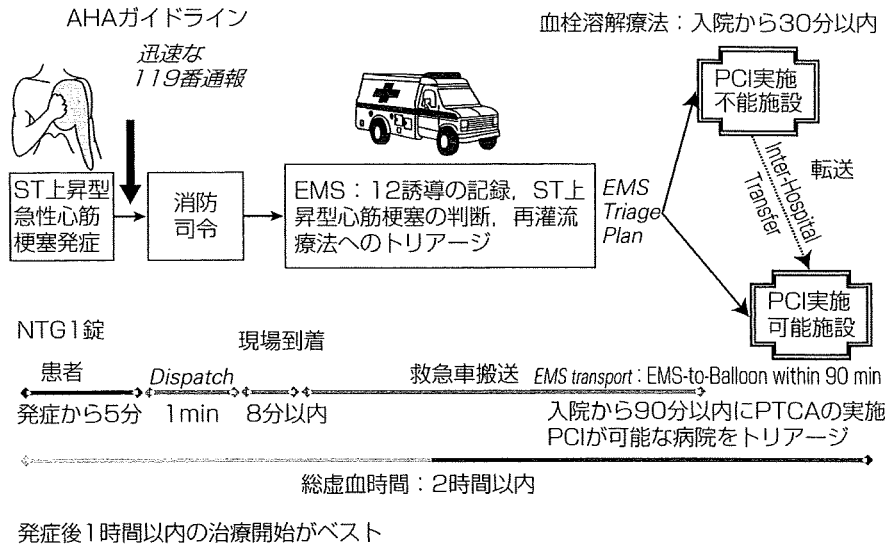


図3. STEMI 早期受診の対策（文献4 から改変）
発症から再灌流療法までを2時間以内とすることが目標となる。

いる。家族へのCPR講習は、医療従事者の責務として是非実施してもらいたい点である。その意味で、日本循環器学会が米国心臓協会(American Heart Association, AHA)のITC(International Training Center, 国際トレーニングセンター)として2007年3月から蘇生教育の取り組みを本格的に開始したことは大きな意義があり、更に蘇生に関する国際ガイドライン改訂に我が国からの参画が期待される。

3. 早期受診への対策 (図3)

梗塞サイズを縮小し予後の改善を目的に、AHA/ACC(American College of Cardiology)ガイドライン勧告にあるように、総虚血時間を2時間以内、すなわち発症から再灌流療法施行までを2時間以内にする事が重要である⁴⁾。そのため、119番通報が不可欠であり、救急隊(emergency medical service, EMS)到着から線溶療法開始まで(EMS-to-drug時間)30分以内あるいは救急隊からバルーン拡張まで(EMS-to-balloon時間)90分以内が勧告される。発症から治療までの時間は4つの部分に分けられ検討さ

れることが多い: ①発症から救急隊到着まで、②救急隊到着から病院まで、③病院到着から心電図記録まで、④心電図記録から再灌流療法まで、である。

1) 発症時の対応、緊急時に備えての啓発

発症から119番通報までを短縮するには、患者の決断時間を短縮すること、119番通報を利用することを日頃から啓発する必要がある。それには、広報活動と共に、発症の高リスク群、すなわち冠危険因子を複数有する中年以降症例に対して、突然の上半身の不快感発生時には、かかりつけ医へ連絡するより早期の119番通報が重要であることを日頃から患者へ指導しておくことも重要である。患者の意志決定の遅れには、欧米では、性差(女性の遅れ)、年齢(高齢者の遅れ)、人種差(黒人の遅れ)などが影響していると指摘されている。わが国でも遅れの要因分析を実施して早期受診を勧める対策が必要である。AHA/ACCガイドラインでは、MIが疑われる症例には、ニトログリセリン(NTG)を保有していれば1錠舌下し、5分で消失しない場合や悪化する場合には119番通報することが勧告されている(図3)。

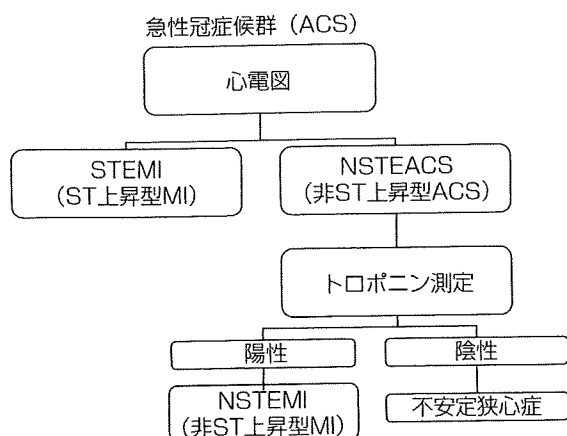


図4. 急性冠症候群の新しい診断(文献6から改変) 心電図のST変化とトロポニン上昇(心筋壊死を特異的に示す)により分類される。

2) 院外での12誘導心電図活用

総虚血時間を短縮するには、再灌流療法が可能な専門施設へ時間の遅れなく搬送するシステムが必要となる。それには搬送時の12誘導心電図の活用により、来院までにST上昇型MI (ST elevation myocardial infarction, STEMI) の診断が可能となり、上記の発症からの4つの区分の後半3つの時間短縮が可能となる⁵⁾。院外での12誘導心電図の活用により来院から治療までの短縮が報告され、線溶薬使用開始までの時間(door-to-drug時間)が約10分、冠動脈カテーテル治療(percutaneous coronary intervention, PCI)におけるバルーン拡張までの時間(door-to-balloon時間)が15~20分短縮すると報告された。これはその情報により事前にカテーテル検査室が確保された場合に得られる。STEMIが事前に確認できるとPCIが可能な施設への搬送が可能となり、更に救急室を経ずに、専門医との連携により直接カテーテル検査室に搬入することも可能となる(図3)。Faxで12誘導を病院へ伝送する方法や救命士による診断を口頭で報告することが現状であるが、今後心電図の自動診断や情報技術を使用したモバイルテレメディシンの有用性が検討されると考えられる。

4. 早期治療

救急室では、心電図と症状によりトリアージを10分以内にSTEMIの診断を行い、同時にモニター、静脈確保、酸素療法、血液検査を行い、ニトログリセリン、アスピリン、塩酸モルヒネの適用を検討する(MONAと覚えると良い；モルヒネ、O₂、ニトログリセリン、アスピリンの頭文字)⁴⁾。アスピリンは、162 mg(81 mgアスピリン2錠)あるいは325 mg(成人用アスピリン1錠)をかみ砕いて使用する。吸収促進のため初回投与のみ腸溶剤を避けた方が好ましいと勧告されている。院外においても早期使用が勧告されているが、救急室での使用と比べて予後が良好であるとのエビデンスはまだ得られていない。ニトログリセリン使用時は、血圧・脈拍のバイタルサインのチェック、下壁梗塞(右室梗塞を含む)での使用は血圧低下やショックに注意、バイアグラ使用例での禁忌に留意する。鑑別診断で、致命的なものを除外する。これには急性大動脈解離、肺血栓塞栓症、緊張性気胸、食道破裂などがある。

STEMIであれば、再灌流療法の適用を決定する。これには、発症からの時間経過、線溶薬の出血リスクの有無、PCI適用までの時間を評価する必要がある。この情報により、発症早期の冠灌流を得るための方法を決定する。線溶療法とPCIの組み合わせ、更には抗血栓薬の併用により、効果的な再灌流療法が検討されている。これには、プレホスピタルあるいは救急室における線溶療法に加え、PCIを実施する(immediate-PCI)、不成功例に対するPCI(rescue-PCI)、薬物治療と組み合わせるPCI前の再灌流を促進させる方法(facilitated-PCI)、PCIのみのprimary-PCI(これには通常ステントあるいは薬物放出性ステントの適用が検討される)などがあり、最適の方法が検討されているが結論がなおでていない。いずれにしても発症早期に確実な再灌流療法を適