

- ▶急性冠症候群の代表的な造影所見は、①辺縁が不鮮明あるいは不規則な形態を示す偏心性狭窄、②潰瘍性の陰影欠損を伴う複雑病変、あるいは血栓像を伴うものである。
- ▶15分以上の胸痛でST上昇を示し、薬物治療でコントロール困難例では、冠攣縮よりも冠動脈内血栓を有するものが多い。

ポニンIやトロポニンTの高値も冠動脈病変形態および心事故に関連する<sup>4)</sup>。胸痛が消失していても、トロポニンT定性試験が陽性のBlaunwaldのⅢ型で、とくに明らかなST上昇発作が捉えられている例は、速やかに緊急造影すべきである。薬物治療により発作が消失した例においても発作の抑制に抗狭心症薬の静注薬を必要とした場合には、心事故発生の可能性が高いため数日以内に冠動脈造影を実施し、侵襲的治療を適用した方がよいと考えられる。

### ×モ 早期に侵襲的な治療を施行した場合に安全か？

最近、早期侵襲的治療と保存的治療を比較したFRICS II研究<sup>5)</sup> (Fragmin and Fast Revascularization during Instability in Coronary artery disease) やTACTICS-TIMI-18研究<sup>6)</sup> (Treat Angina with Aggrastat and Determine Cost of Therapy with an Invasive or Conservative Strategy) およびRITA-3研究<sup>7)</sup>が発表され、侵襲的治療前に十分な抗血栓療法(Ⅱb/Ⅲa拮抗薬、低分子ヘパリン)を使用しステント適用を行えば治療成績が良好となった。しかし、わが国では、Ⅱb/Ⅲa拮抗薬、低分子ヘパリン、クロピドグレルは未承認薬であり、欧米のエビデンスをそのままわが国に適用できないが、ヘパリンとアスピリンを十分に使用し、必要な症例にはステントを含めた早期侵襲的治療を行い、良好な成績が得られつつある。さらに急性期の安全性を確立するためには、十分な抗血栓薬を使用できる治療環境が整えられる必要がある。

## 得られた冠動脈造影所見から病態は推測できるか？

急性心筋梗塞症や不安定狭心症に対する緊急冠動脈造影において、血栓像がなく全く正常の所見を示す例が存在する。急性期にST上昇発作が捉えられるか、エルゴノビンの注入により冠攣縮が誘発されることにより診断される。

しかし、ほとんどの急性冠症候群では、粥腫破綻により血栓形成が生じたと考えられる症例である。代表的な造影所見では、①辺縁が不鮮明あるいは不規則な形態を示す偏心性狭窄、②潰瘍性の陰影欠損を伴う複雑病変(図2)、あるいは血栓像を伴うものである(図3)。狭窄形態の検討から、突然途絶型は先細り型の狭窄に比べて、血栓が主体の病変である<sup>8)</sup>。典型例では、粒状の陰影欠損がみられ、血栓溶解薬により消失する(図3)。心電図のSTの偏位と病態、冠動脈造影所見との関連では、ST上昇群において新規発症、治療抵抗率、緊急冠動脈造影実施率、1枝病変が高率で、ST低下で女性の頻度、心筋梗塞既往や冠動脈バイパス術既往例、多枝病変例が多かった<sup>9)</sup>。15分以上の胸痛でST上昇を示し、薬物治療でコントロール困難例では、冠攣縮よりも冠動脈内血栓を有するものが多い。

- ▶ 複雑病変：偏心性の不整な狭窄病変で，潰瘍性病変を伴っている。
- ▶ 冠動脈内血栓像：完全閉塞で，断端は不整で造影剤が末梢に染みこんでいる像があり，急性閉塞の像と考えられる。

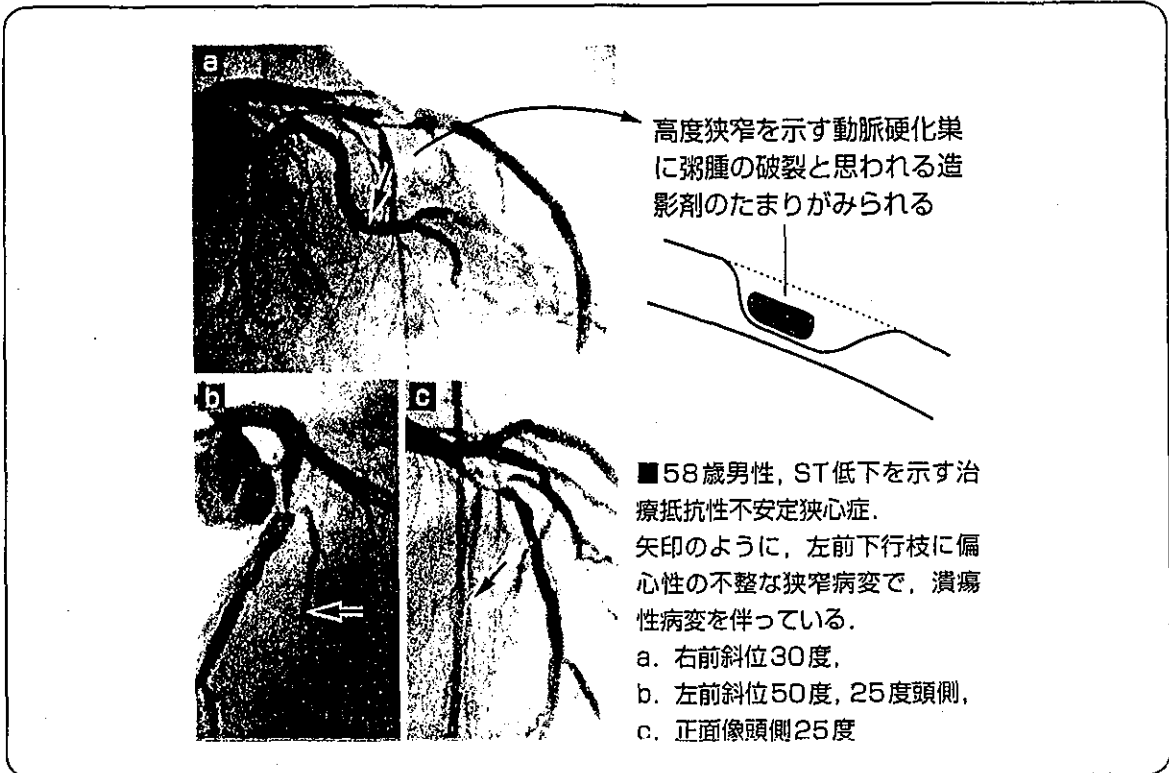


図2：不安定狭心症における複雑病変

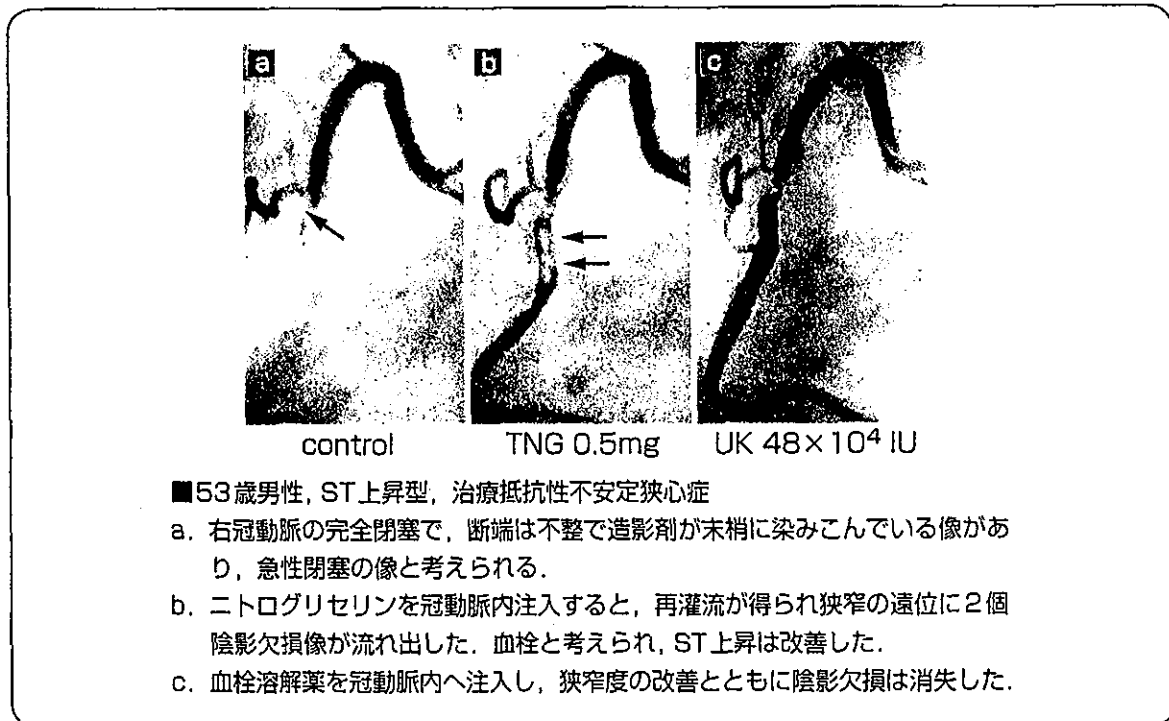


図3：不安定狭心症における冠動脈内血栓像

- ▶ 冠動脈造影所見は病態から推測が可能であり、治療指針も考えられる。
- ▶ 冠動脈造影を実施する場合には漫然と検査をするのではなく、その後の治療計画も考慮しながら望むことが重要である。

### ● 新人研修医へひとこと ●

以上のように病態から冠動脈造影所見は推測が可能であり、治療指針も考えられる。冠動脈造影を実施する場合には漫然と検査をするのではなく、その後の治療計画も考慮しながら望むことが重要である。すべての診療には、意義つけて臨むことを習慣にすると良いでしょう。

### ● 参考文献 ●

エビデンスに基づいた解説が必要なため、引用文献をあげます。興味があれば詳細は以下の論文を参照ください。

1. Ryan TJ, et al : 1999 update : ACC/AHA guidelines for the management of patients with acute myocardial infarction : Executive summary and recommendations : A report of the ACC/AHA Task Force on practice guidelines (Committee on management of acute myocardial infarction). *Circulation* 100 : 1016-1030,1999.
2. The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) : Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 102 (suppl I) : I -1- I -384, 2000
3. Hamm CW, Braunwald E : A classification of unstable angina revised. *Circulation* 102 : 118-122, 2000.
4. Benamer H, et al : Elevated cardiac troponin I predicts a high-risk Angiographic anatomy of the culprit lesion in unstable angina. *Am Heart J* 137 : 815-820, 1999.
5. Wallentin L, et al. : Outcome at 1 year after an invasive compared with a non-invasive strategy in unstable coronary-artery disease : the FRISC II invasive randomized trial. *Lancet* 356 : 9-16, 2000.
6. Cannon CP, et al. : Comparison of early invasive and conservative strategies in patients with unstable coronary syndromes treated with the glycoprotein IIb/IIIa inhibitor tirofiban. *N Engl J Med* 344 : 1879-1887, 2001.
7. Fox KAA, et al. : Interventional versus conservative treatment for patients with unstable angina or non-ST-elevation myocardial infarction : the British Heart Foundation RITA-3 randomized trial. *Lancet* 360 : 743-751, 2002.
8. Itoh T, et al : Does coronary artery morphology predict favorable results of intracoronary thrombolysis in patients with unstable angina pectoris? *Jpn Circ J* 63 : 13-18, 1999.
9. 野々木宏ほか : 不安定狭心症の病態, 治療, 予後 - 治療反応型と抵抗型の比較 -. *脈管学* 32 : 699-702, 1992.

- ▶ 急性心筋梗塞症の致命率を低下させるためには、予防とともに院外での死亡を低下させる必要がある。
- ▶ CCUネットワーク、救急救命士との連携、心肺蘇生法普及活動、とくにAHAのBLSやACLSコースのインストラクター、AED普及活動、院外心停止の実態調査、救急医療へのモバイルテレメディシン導入など、今後の課題は山積み！

## Further Reading

- ① ACLSプロバイダマニュアル 日本語版 中山書店  
 ※ 文献2に基づき、米国心臓協会(AHA)が2次救急処置(ACLS)コースのマニュアルとして出版。循環器救急に必要急性冠症候群に関する記載も含まれ、実際の救急の現場での診療に役立つ。

## ■著者プロフィール

野々木 宏・Nonogi Hiroshi



昭和51年卒業後、循環器医の専門医で特にCCU勤務が長い。急性心筋梗塞症の致命率を低下させるためには、予防とともに院外での死亡を低下させる必要があると痛感し、最近「地域を究極のCCU」にするためにはどうすればよいか対策を講じている。CCUネットワーク、救急救命士との連携、心肺蘇生法普及活動、とくにAHAのBLSやACLSコースのインストラクター、AED普及活動、院外心停止の実態調査、救急医療へのモバイルテレメディシン導入など、課題が山積みで忙しく過ごしている。若い先生方が、循環器救急医療に興味を抱き、救命のために参画してくれることを期待している。

慢性肝炎診療の標準的診療を普及させるために！

# 慢性肝炎の 治療ガイド

好評  
発売中!

慢性肝炎の治療ガイド

日本肝臓学会 編 B5判・78頁・4色刷 定価1,260円(本体1,200円+税5%)

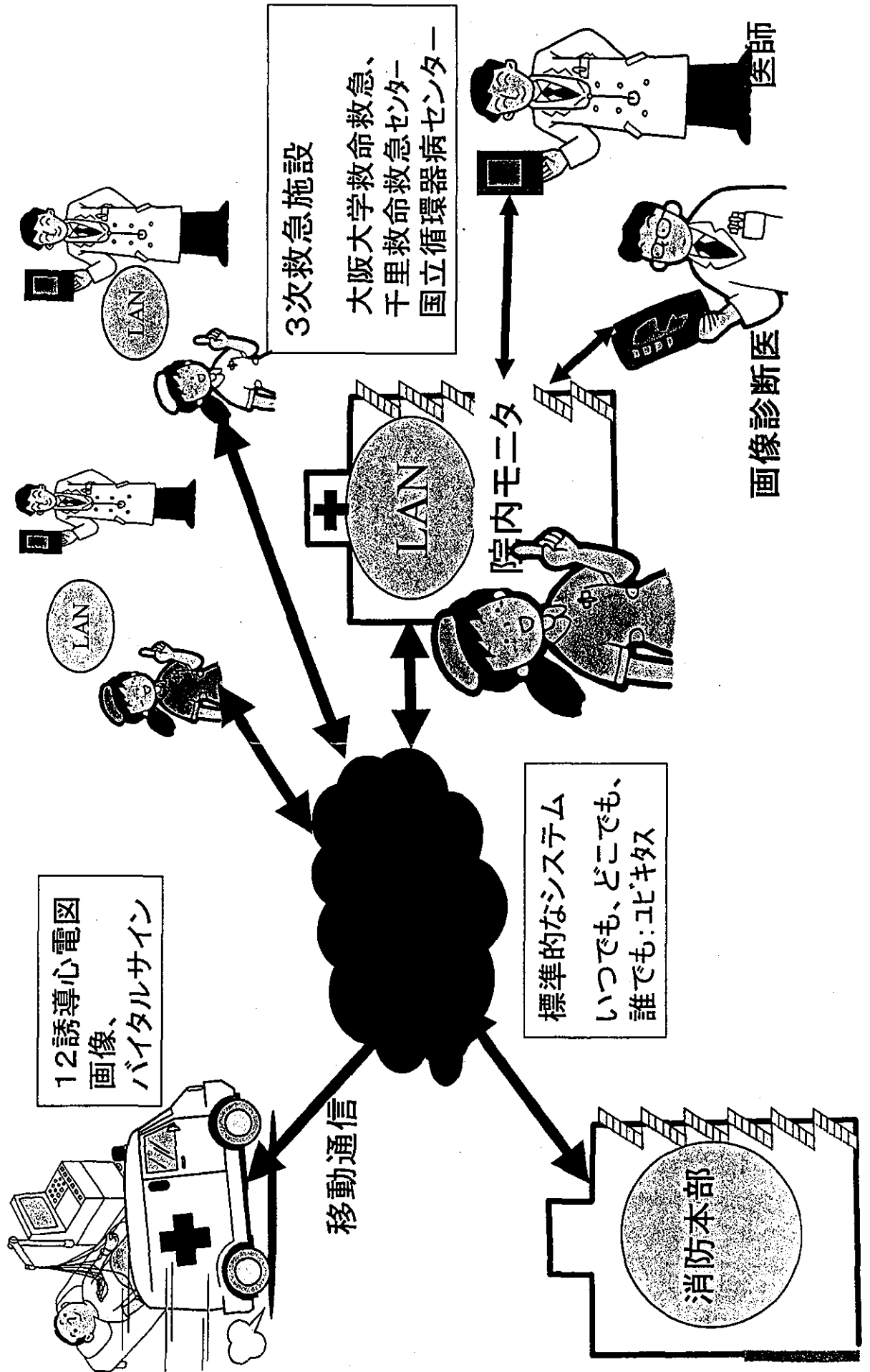
- 実地医家や一般臨床医、コメディカルスタッフ向けに、科学的根拠に基づく最新の慢性肝炎診療を、カラーの図表を用いてわかりやすく解説したガイドブック。
- 近年、診断と治療が激変したB型肝炎・C型肝炎診療のエッセンスを、日本肝臓学会がコンパクトに編集した慢性肝炎診療の新しいスタンダード！

<http://www.bunkodo.co.jp> 〒113-0033 東京都文京区本郷7-2-7 Tel 03(3813)5478

Fax 03(3813)7241

 文光堂

# モバイル・テレメディシン



心臓発作・脳卒中をおこすなら吹田市で！

Suita Brain & Heart Watch System

モデル地域構築

---

モバイルテレメディスンによる  
新しい循環器救急システムの提言

国立循環器病センター

**医用データ伝送の標準規格で全国初  
救命率の向上を実現する「モバイル・テレメディシン」の実効性確認  
2005年度の試行運用を目指し**

循環器救急におけるモバイル・テレメディシン研究会（代表：国立循環器病センター緊急部長：野々木宏）は、救急車から患者データを病院にリアルタイム送信し、的確な早期診断と適切な搬送先病院決定で救命率向上を実現するモバイル・テレメディシンの実証実験で実効性を確認しました。吹田市（市長：阪口善雄）の全面協力により、救急車に関係機器を搭載した救急患者搬送想定実験で、医療用データ伝送の標準規格採用での運用は、全国で初めてです。

**【背景】**

21世紀を迎え我が国では高齢化が進んでおり、要介護要因の主な原因である心筋梗塞・脳卒中などへの対策は重要です。近年これらの疾患に対する治療は集中治療室の整備、再灌流療法の普及などにより病院内死亡率は大幅に改善しました。しかし、急性心筋梗塞症では死亡の半数は院外で発生しているとされ、致命率は依然として26～40%と低くありません。これを改善するためには発症から出来る限り早い診断と専門治療が必要です。

近年、情報機器の小型高性能化や移動体通信の高速化・低価格化が進み、モバイル・テレメディシンという新分野が急速に発展しています。日本は欧米と比較して商用移動体通信の開発・普及が進んでおり、これらを用いたシステム開発に適していると言えます。

**【現状の救命救急への取り組み】**

救急車と病院間でのコミュニケーション手段の多くは、消防無線や携帯電話を利用した音声によるものです。そうした中、高規格救急車を中心に、心筋梗塞や不整脈などの診断に役立つ12誘導心電図伝送システムの配備が進められているものの、互換性がないシステムで専用受信機が必要、操作が煩雑、伝送時間が長い、などで十分に活用されていないのが実態です。また、救急車と病院とのデータ伝送では、さまざまな取り組みがなされているものの、専用システムによるものが多く、汎用性を欠き、容易に水平展開できない状況にあります。

## 【実証実験の概要】

実証実験では稼動する吹田市所有の救急車に、心筋梗塞や不整脈などの診断に役立つ12誘導心電計、心電図・血圧・血液酸素飽和度などを表示するベッドサイド・モニタ、病院側で操作し患者の状態をモニタリングするネットワーク・カメラ、これらの機器を接続しデータを伝送するための超小型サーバを搭載します。データは簡単な操作で、超小型サーバを介し、第三世代携帯電話（W-CDMA）により国立循環器病センターへ送ります。同センターでは、市販のパソコンにより、リアルタイムに伝送されたデータを閲覧します。音声に加え患者の生体情報や画像をリアルタイムで伝えられるようになり、救急救命士と医師とのコミュニケーションが充実し「救急救命士への的確な指示」「搬送病院の適切な選択」、「病院到着前診断による早期治療体制の確立」などが可能となります。データの伝送には Internet Protocol と医療用波形データ伝送の標準規格として期待される MFER（Medical Waveform Encoding Rule）などを採用したことで、利用機器や伝送方式に依存しない汎用性を有しています。また、さらなる診断精度の向上を見据え、セキュリティを保ったまま、離れた場所の複数の医師で伝送されたデータが見られるよう、将来性と拡張性を兼ね備えたシステムとなっています。

## 【これまでの取り組みと今後の展開】

循環器救急におけるモバイル・テレメディシン研究会は2002年7月、循環器救急に役立つシステム開発を目標とし発足、研究開発に着手しました。2003年4月には、プロトタイプを開発し、データ伝送に成功しました。救急車を利用した実証実験は2003年12月に開始し、これまで模擬データの伝送で操作性、実用性、安全性の検証により、実効性が確認できました。今後、健康生体のデータ伝送を経て年末までには、救急患者へ試験的に適用します。その結果を踏まえ関係機関と調整のうえ2005年度には、救急患者に常時対応できるよう、救急車へ関連機器常備による試行運用の開始を予定しています。また、実証実験や試験運用通じて関係各機関には、救急医療現場への導入、救急救命士に対する常時指示体制や事後検証体制の充実といったメディカル・コントロールへの活用を働きかけ、医療の質の向上を目指します。

これまでの取り組みについては5月3日、米国フロリダ州タンパで開催される米国遠隔医療学会で発表します。



# 循環器救急医療における救命率の向上を目指した

## 「モバイル・テレメディシン・システム」の提言

### インターネットによる救急車—病院間ホットラインシステム

国立循環器病センター内科心臓部門 部長 野々木 宏

平成15年6月27日

経済産業省

#### 【はじめに】

国立循環器病センター緊急部長（野々木宏）らは、救急車と病院をリアルタイムに結ぶ「モバイル・テレメディシン・システム」のプロトタイプを開発した。これは、救急車内の心電計や血圧モニタ、カメラなどからのデータを標準的な接続方法を用いて携帯電話を経由しインターネット網に発信する小型で安価な接続機器「L-Box」を中心として構成される。これにより、ウェブ上の特定のページにアクセスすることによってリアルタイムで救急車内の患者の様子や心電図の波形、血圧などのデータを、受け入れ病院や相談を受ける高度専門医療機関などの複数施設において同時に観察できるため、搬送中の診断や適切な受け入れ機関の選定交渉、病状にあった適切な受け入れ準備などが可能となり、結果的に救命率の向上がもたらされることが期待される。

このため、本年度この「モバイル・テレメディシン・システム」の実証実験を行い、循環器疾患の救命率向上の効果を世に示したいと考えており、その第1候補地として吹田市をモデル地区と考えている。

#### 【救命救急医療の現状】

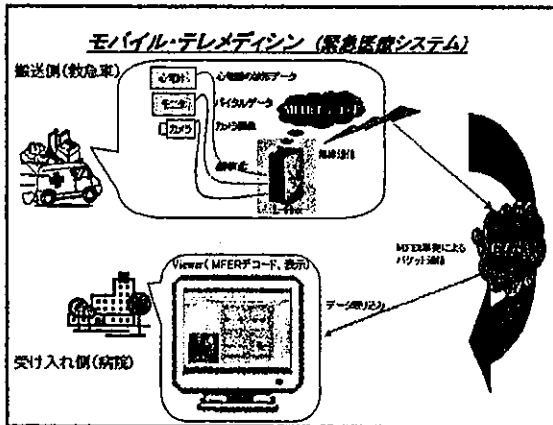
日本人の急性心筋梗塞症（心臓発作）の発症率は、近年、社会の高齢化とともに増加しているが、医療技術の進歩等により専門的治療が可能な医療施設での治療成績は年々改善し、専門医療機関での急性心筋梗塞患者の院内死亡率は5%以下にまで減少した。

他方、急性心筋梗塞患者全体では未だに病院到着前にその20-30%が死亡している状況にある。近年、救急救命士が行える救命処置の範囲も拡大し、病院到着前の救命率の向上は広く国民に期待されているところである。

したがって、今後は、発作後いかに迅速に判断し、適切に処置を行いながら、適切な医療施設に搬送するかが救命率向上へのポイントになる。このため、救急搬送中にできるだけ適切に判断が下せるような工夫が求められ、そこにITを利用した新しい救命救急システム「モバイル・テレメディシン・システム」の導入意義があるものと考えられる。

【システムの概要】

図 1



「モバイル・テレメディシン・システム」は、救急車で搬送中の患者の血圧、呼吸、脈拍などのバイタル・サインや12誘導心電図、小型カメラからの動画等の緊急時に必要なデータを標準化し、我が国が誇る移動体通信網を用いてインターネット網に接続し、病院へ伝えるものである（図1参照）。現在用いられている消防無線や携帯電話に加えて、標準的なインターネット技術の利用による病院からの支援が可能となる（図2参照）。

その結果、搬送病院の選定・交渉が容易となり、病院側は到着前に早期診断や治療の準備が可能となり、更に車内映像の送受信により、医師が車内映像を通じて患者の状態を見ながら救命士に対し適切に指示することが可能となることなどから大幅な救命率の向上が期待される。またセンサー付き住宅からの送信により循環器疾患の早期発見にもつながる。

このようなデータの伝送を可能にするため、ブロードバンド対応の情報端末制御装置「L-Box」（NTT コムウェアが主に開発）を使用し、心電図計など複数の医療機器とノートパソコン、第3世代携帯電話に対応したモバイルカードを標準的なインターフェースで接続し、救急車と病院間での高速モバイル通信を行う。L-Box（高さ119mm、幅62mm、奥行98mm）は小型軽量で、場所をとらず、一般に普及しているパソコンと同じ標準的なインターフェースを備えているため、将来の部分的な機器の変更などにも幅広く柔軟に対応できる。今回開発したシステムでは、心電図データ伝送に医用波形データ伝送の標準規格である MFER（Medical Waveform Encoding Rule）を採用し、どのメーカーの心電図計のデータでもパソコンモニターで観察することが可能である。

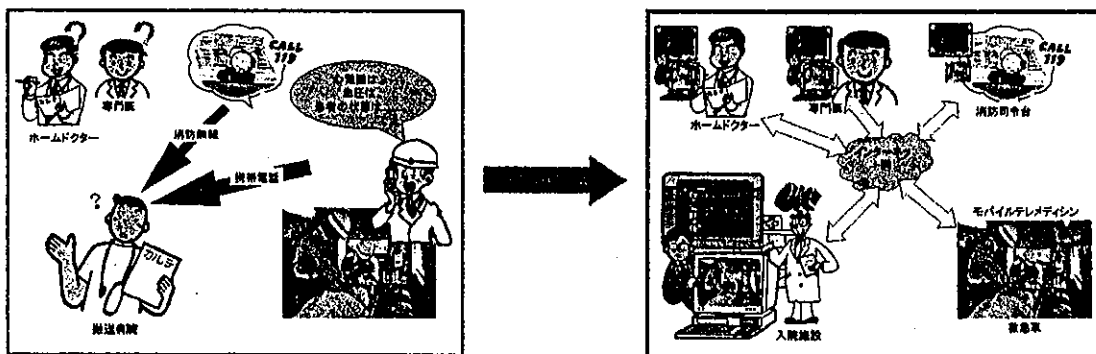


図 2 現行の救急システム：  
通話による通信が主体

今回提案のシステム  
インターネットにより心電図・画像などの  
多くの情報が救急車・病院間で送受信可能

### 【研究会構成メンバーの役割】

L-BOX及び全体のシステム開発に当たった「循環器救急に関するモバイルテレメディシン研究会」は、国立循環器病センター野々木宏を中心とする産官学連携プロジェクトチームであり、開発にあたっては、まず、実際の救急現場で活躍する救急救命士の意見を取り入れまとめた上で、L-BOXを含む一連のシステム開発をNTTコムウェアが、12誘導心電計とそのインターフェース仕様情報の提供を日本光電が、心電図、脈拍、血圧などのデータを表示するモニタとそのインターフェース仕様情報の提供をフクダ電子が、小型カメラの提供を松下電器産業がそれぞれ担当し、全体のコーディネートと産官学連携によるトランスレーショナルリサーチの推進を産業技術総合研究所が行った。また産業技術総合研究所は、住宅内行動異常発見センサーを開発し、家庭と救急システムとの連携システムの開発を担当している。

現在、厚生労働省循環器病委託費事業「14公一7心原性院外心停止の実態とその対策に関する研究」及び救急医療振興財団による助成金などの公的研究資金を受けてこのシステムの有用性を実証する研究を行っている。

### 【今後の展開】

今年度末までに、本システムを実際の救急車に搭載して実証実験を開始し、実用性と安全性を確認し、その後、救急医療現場への導入や救急救命士に対する適切な医療的助言・指示への活用を目指していきたい。

このシステムは、緊急の早期診断、早期治療が重要である心筋梗塞症や脳卒中などの循環器領域の疾患のみならず、交通外傷等の診療への応用も期待される。ITの技術の進歩が更に救急現場での活動の可能性を広げ、一人でも多く救命し、地域の救命率が内外で最高となるための支援システムとして期待される。

更に、実用化に向け、公的予算が獲得できることを期待している。

## 1. 携帯電話のスペックについて

	バンド幅	通信可能な生体情報
第2世代携帯電話	9600bps	静止画、静止心電図
PHS	64Kbps	移動体通信は困難
第3世代携帯電話	64Kbps	モニター心電図、12誘導心電図、動画
第4世代携帯電話	50-100Mbps	動画

PHS は電波が弱いため移動しながらの通信困難で、移動体通信の目的と速度から第3世代携帯電話を選択。今後、長距離無線 LAN が使用可能となれば切り替え可能。今後の発展に対応できる柔軟なシステムを基盤としている。

## 2. 接続機器のスペックについて

L-Box は小型コンピュータであり、ネットワークへの接続をサポートするため、Ethernet ×2 (WAN/LAN)、USB×2、PCMCIA カードスロット×2 を装備している。具体的には12誘導心電図が PCMCIA カードスロットの無線 LAN、FOMA が PCMCIA のカードタイプ、連続患者モニタが RS-232C、ネットワークカメラが 10Base-T で接続される。

TCP/IP という標準的なインターネットプロトコルを選び、汎用性ができた。

## 3. 必要コスト

価格は救急車一台に PC とカメラで 50 万円くらいが想定される。(L-Box 15 万円、カメラ 6 万円、搬送中の記録用 PC もしくは HDD など)。心電計とモニタは、標準的な接続にメーカー側が対応してくれれば既存のものの再利用が可能と思われる。更新時に標準仕様のもを購入すればよい。

病院側は、Broad Band の使用と端末があれば再利用可能である。新規購入とすれば、消防本部と病院に PC と高性能カメラをおくと 50 万円、B フレッツで年間 10 万円程度の通信料と予想される。今後、公的予算が行政側、厚生労働省、更に産業通産省や総務省との連携で獲得できることを期待する。

#### 4. 今後のロードマップと吹田市に依頼する要件

##### 1年目：1) 臨床的評価態勢の構築

効果を検証するため吹田市における救急搬送体制のデータ記録（脳疾患、心疾患による搬送数、特定行為の記録などの開示）、メディカルコントロールにあわせて吹田市における循環器救急の報告体制の整備（発症数、搬送までの時間、予後など）

##### 2) 消防署での実証実験に協力要請

救命士へ使用に関するヒアリングと走行試験

##### 2年目：試験配備

救急車、吹田市民病院、大阪大学救命救急センター、千里救命救急センター、国立循環器病センターへの試験配備と実用化試験

##### 3年目：実用化

二次病院、開業医への配備と評価

吹田市には1) 循環器救急における搬送体制の公開、2) 循環器救急疾患におけるデータベース作りへの協力、3) 消防署と救急隊の協力（救命士へのヒアリング、実装実験など）

モバイルテレメディシンを加えることで、世界で救命率 No1 であるシアトル市に匹敵する世界に冠たる循環器救急が充実したモデル都市にするため、国立循環器病センターとして救急医療への体制強化に協力したい。

特集

救急医療へのIT活用

# 循環器救急とモバイルテレメディシン

国立循環器病センター 緊急部

佐瀬一洋 角地祐幸 野々木宏

要旨：高齢化社会を迎え、要介護状態の主因である心筋梗塞や脳卒中といった循環器救急医療の充実が期待されている。我々は、わが国が得意とする情報通信技術を活用したモバイルテレメディシンにより、病院前救護や救急搬送を充実すべく実証実験を続けている。

高齢化社会を迎え、要介護状態の主因である心筋梗塞や脳卒中に対する循環器疾患対策の重要性が増している。急性心筋梗塞（AMI）の致死率は高く、米国では死因の第1位といわれる。わが国における人口10万人あたりの死亡数は年間50人程度といわれているが、今後生活習慣の変化に伴う増加が懸念されている。院内死亡率は大幅に改善したものの、死亡の半数は院外で発生している。従って、循環器救急医療、特に搬送体制と病院前救護の充実が急務である。

近年、情報機器や移動体通信の発達により、モバイルテレメディシンという新分野が急速に発展しつつある。商用移動体通信の開

発・普及が進んでいる日本への期待は大きい。

## 循環器救急医療でのニーズ

### (1) 適切な搬送（優先順位に基づく搬送）

わが国の救急医療体制は、重症度に応じて第2次救急（4005施設）から第3次（147施設）へと移送するシステムとして整備されている。超急性期医療の再灌流療法は、脳卒中で発症後3時間以内、AMIでも早期に開始することが重要である。

近年、救急専用電話（ホットライン）配備により直接搬送可能な専門医療機関が増加しているが、第3次救急へのAMIの直接搬送率は10%に留まり、発症→搬入時間には改善の余地がある。国立循環器病センターの調査でも、発症→搬入時間は直接搬送88分に対し他院経由は228分で、院内死亡率への影響（6.1%対23.5%、 $p < 0.001$ ）が示唆されている。

## ●Summary

Mobile Telemedicine for Cardiovascular Emergency  
—Information Technologies for Prehospital Care and Facility Triage—  
Although in-hospital mortality has dramatically improved, half of the patients with myocardial infarction die before reaching hospitals. Mobile telemedicine is expected to revolutionize medical practice including better triage and pre-hospital care.

米国心臓学会（AHA）の救急治療国際ガイドラインでは、院外における12誘導心電図の自動診断／伝送が強く勧告されている。01年度には、わが国の救急車5517台による急病搬送226万8259件のうち、38万6786件で心電図が記録されたものの、9413件（2.4%）が伝送されたに過ぎない（消明白書）。

モバイルテレメディシンはトリアージ（傷病者優先順位）とディスプレイを支援することとで、適切な搬送への貢献が期待される。

### (2) 病院前救護とメディカルコントロール体制

急性心筋梗塞による死亡の半数は院外で発生している。院外死亡を減少させるためには、病院前救護体制の充実が必要である。

救命救急士制度は91年に発足し、医師の指示のもとで心肺機能停止状態の傷病者に対して特定医療行為（気道確保、輸液路確保、除細動）を実施できるようになった。01年度には高度な応急処置件数は約4万件、うち除細

# Mobile Telemedicine for Cardiovascular Emergency

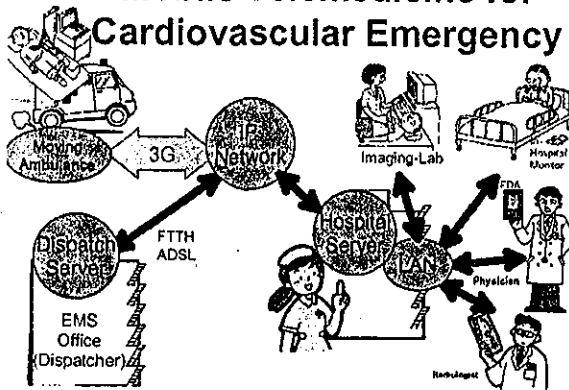


図1 モバイル・テレメディシンの構成

表1 移動体通信の発展と生体情報の伝送

移動体通信	バンド幅 bps	伝送可能な情報
第2世代(2G)	9.6K	バイタルサイン、心電図
PHS	64K	静止画、12誘導心電図
第3世代(3G)	64~384K	ベッドサイドモニタ、簡易動画
第4世代(4G)	10~100M	動画

動が約5000件実施されている。

03年4月から、救急救命士法施行規則の改正により包括指示下での除細動(いわゆる指示なし除細動)が可能となり、04年度以降は薬剤投与や気管内挿管も可能になることから、メデイカルコントロール体制の整備が求められている。

メデイカルコントロール体制は、われわれ日本人がものづくりで世界に誇る品質保証活動の一種で、Plan-Do-Check-Actの4段階からなる。研修による知識習得と救急医による事後検証票の確認を中心としたオフライン・メデイカルコントロールに加え、常時指示体制を充実させるオンライン・メデイカルコントロールを実現するために、生体情報や音声・画像をリアルタイムに伝送できるモバイルテレメディシンの実現が期待されている。

## 技術開発進むモバイルテレメディシン

### (1) 社会基盤の整備が進む遠隔医療

遠隔医療(テレメディシン)とは、通信と情報処理技術により、医療従事者が距離や時間を超えて共同で診療・研究することであり、テレビ会議の利用、遠隔眼科学、遠隔放射線診断学、遠隔病理学、遠隔心理学などが研究されてきた。

わが国でも、97年に無診察治療を禁止する医師法第20条の解釈通知が出され、遠隔医療が保険診療化されるなど、社会基盤の整備が進んでいる。

モバイルテレメディシンは、移動体通信技

術を活用した遠隔医療の新しい分野である(図1)。既に、米国立NIHとメリーランド州立大学が脳卒中を対象としたシステムを作成し、試験運用している。

### (2) 利用可能な移動体通信の現状と将来性

現在、救急車に装備されている消防・救急無線はアナログ方式(850~900MHz)で、秘匿性確保やデータ通信のためにデジタル方式(260MHz帯)への移行が予定されている。

近年、自動車電話・携帯電話の装備が進み、病院との連絡等に活用されている。第1世代(1G、アナログ)から、第2世代(2G、デジタル)を経て、第3世代(3G、高速デジタル)に移行しつつある。通信速度(表1)の面から3Gの商用化が進む日本への注目度は高い。人口比では96%以上をカバーする3G通信網だが、山間部等では不達地域も多い。

モバイルテレメディシンは、単一の通信技術に特化した「機器」ではなく、技術の進歩や地域格差に対応可能な「プラットフォーム」である。標準的インターネット技術であるTCP/IPを全面的に採用し、アプリケーション層、トランスポート層、インターネット層、ネットワーク・インターフェース層の4層に分離することで、高度道路通信システム(ITS)、衛星通信、4Gなどにも対応可能となっている。

### (3) 必要な生体情報の選別と符号化

心電図のアナログ伝送は、主として不整脈

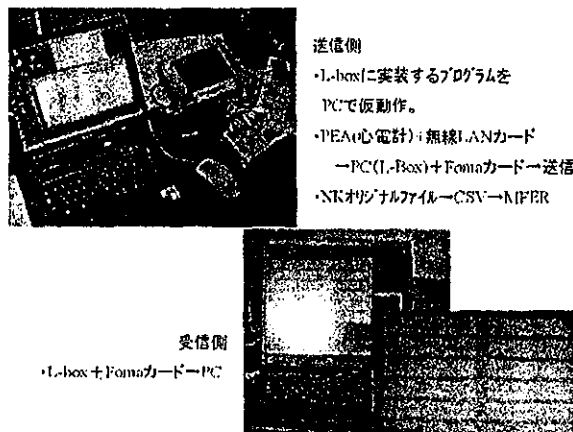


図3 プロトタイプを用いた実験

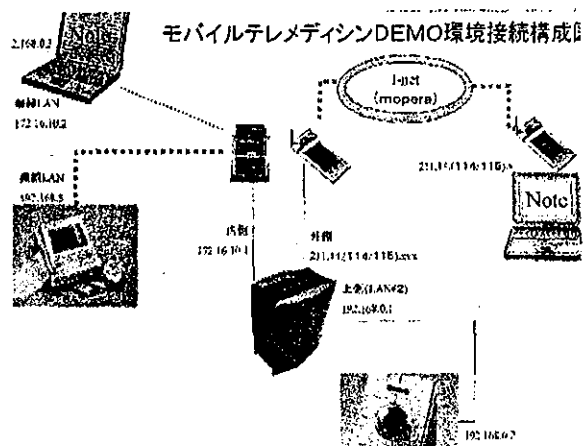


図2 プロトタイプの構成

を対象とした解析技術とともに、遠隔医療の黎明期（1960年代後半）にNIHを中心に確立され、世界中の病院で利用されている。12誘導への対応やデジタル化（符号化）は個々の医療機器レベルで対応されており、相互接続性やデータ互換性の問題を解決する必要<sup>13)</sup>がある。

血圧、脈拍、酸素飽和度等を監視するベッドサイド・モニタは、循環器救急における即時性の高い要求に因るために有用で、動画や心電図と比べて情報量が少ないため、伝送は比較的容易である。

常時指示体制（オンライン・メディカルコントロール）の充実という面からは、音声通信のみの現状と比較した静止画または動画の持つ意義は大きい<sup>14)</sup>。

例えば、外傷救急における患部の静止画伝送、脳卒中における動画伝送によりシンシナティ病院前脳卒中スケールやロサンゼルス病院前スクリーニング、将来的には、携帯型心臓超音波診断装置や体外診断薬による迅速生化学的診断等への対応も期待されている。

(4) データの圧縮・伸張技術

移動体通信では、通信速度や容量（バンド幅）に限りがあるため、圧縮・伸張技術（コーデック codec）が重要である。動画では、テレビ電話会議用のH.260（ISDN）、H.263（TCP/IP）、BS（衛星放送）やDVDで利用されているMPEG、Motion JPEG等の規格が普及している。

心電図伝送については、JPEGやH.263等の非可逆圧縮では、歪みや遅延等の問題

がある。今回われわれは、MFER (Medical Waveform Encoding Rule) (<http://ecg.hearford.com>)を採用した。MFERは日本の学会やメーカーが中心となって国際規格としてISO等に提案しているもので、HL7やDICOM等の電子診療録関連の規格とも整合性が高い<sup>15)</sup>。

(5) プロトタイプの設計と製作

02年7月、「循環器救急におけるモバイルテレメディシン研究会」が設立され、産官学共同で、移動する救急車と病院をオンラインで結ぶシステムのプロトタイプが開発された。救急車側には、12誘導心電計（日本光電）、ベッドサイド・モニタ（フクダ電子）、ネットワーク・カメラ（松下電器）を送受信384 Kbpsの3GであるFOMA (NTT DoCoMo)により接続し、TCP(UDP)/IPによるデータ伝送を行った。物理的・論理変換装置には小型のLinuxマシン（NTTコムウェア）を利用した（図2）。病院側のクライアントには市販のPC（WindowsXP）を利用し、標準的インターネット・ブラウザ（Internet Explorer 6.0, Microsoft）を利用した（図3）。

心電図については、MFERの利用により標準12誘導心電図（10秒間、サンプリング周波数500 Hz）が無圧縮で約120 Kbytesになり、短時間（15〜30秒）で伝送された。また、ベッドサイド・モニタによる連続波形が、ほぼ遅延なくリアルタイムで伝送可能であった。画像については、ネットワーク・カメラに内蔵されたハードウェア・エンコーダ



により、動画 (MPEG4 または Motion JPEG、64~128 Kbps) および静止画 (JPEG) の配信が可能であった。カメラの向きやズーム等は、救急車側ではなく、病院側からリモート・コントロールされた。

### 命を救う病院前救護

プロトタイプの開発、研究室でのテスト、および救急車への試験的搭載による実証実験により、既存の医療機器および情報通信機器の組み合わせによるモバイルテレメディシンの実現可能性が確認された。

AMIの初期治療をCCUから地域の病院前救護に拡大する考え方は、66年に北アイルランドの Belfast で確立され、米国では医師常駐型からパラメディック育成型として消防、警察、民営救急隊等にも拡がりをみせている。院外心停止対策ではシアトル州キング郡の Medic One が有名である。

除細動と CPR (心肺蘇生法) は命を救う。我々は、吹田市を皮切りに、病院前救護の支援と適切な搬送による早期再灌流療法の実施を全国に普及させるべく、「Heart & Brain Watch」構想を提唱している。

### ○結 語

循環器救急における現場のニーズを検討し、適切な搬送および病院前救護の改善を目的としたモバイル・テレメディシン開発の必要性を明らかにした。

技術的可能性として、循環器救急医療に必

要な情報の符号化、データの圧縮・伸張技術、および利用可能な移動体通信の現状と将来性について検討し、救急車を救急指令や病院とリアルタイムに結び、救急救命士の活動を支援するプロトタイプ作成と研究室での動作確認、救急車での実証実験を行った。

今後 7 つの S (Standard, Simple, Speed, Scalability, Security, Safety, Study) や費用対効果に配慮しつつ、ベンチ・テスト、フィールド・テストおよびアウトカム・リサーチの実施を予定している。

謝辞：本研究の一部は循環器病研究振興財団、厚生労働省循環器病委託研究費 (14公一7) からの補助金による。  
モバイル・テレメディシン研究会 (順不同)  
国立循環器病センター・大阪府吹田市  
NTTコムウェア・東京都港区  
松下電器産業・大阪府門真市  
日本光電工業・東京都新宿区  
フクダ電子・東京都文京区

独立行政法人産業技術総合研究所・大阪府池田市

### 参考文献

- 1 佐瀬一洋、角地祐幸、野々木宏、北村悠一郎。モバイルテレメディシンと循環器救急医療。『北摂ハートアンドブレインウォッチ構想の実現に向けて』。循環器病研究の進歩。14:67-75, 2003.
- 2 野々木宏。心血管の救急医療の現状と対策に関する研究班報告書。厚生省循環器病委託研究9指-2。2000。
- 3 Kakuchi H et al. Mobile Telemedicine for Cardiovascular Emergency - Experience with High-Speed Digital Mobilephone in Japan and its Clinical Impact - Telemedicine and eHealth: 9: s63, 2003
- 4 Kakuchi H, Sase K, Kasahara Y, Nakano A, Nonogi H. Mobile Telemedicine for Cardiovascular Emergency. Circulation. 108: IV-1035, 2003.

5 笠原洋一郎、他。循環器救急疾患の搬送とモバイルテレメディシンシステム。平成15年7月23日 第7回遠隔医療研究会

6 The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 7: the era of reperfusion: section 1: acute coronary syndromes (acute myocardial infarction). Circulation. 102: 1172-203, 2000

7 American College of Emergency Physicians. Medical control of prehospital emergency medical services. Ann Emerg Med. 11: 387, 1982.

8 中野敦、他。循環器救急におけるオンラインメディアコントロール体制の確立とモバイルテレメディシン。03年7月23日 第7回遠隔医療研究会

9 Kemper KM et al. (佐瀬一洋、中川晋一訳) 遠隔医療システム。Galini II編 (井村裕夫監修) NIH臨床研究の基本と実践。丸善株式会社。2004年。

10 開原成允。わが国の遠隔医療。医療情報技術の総合的評価と推進に関する研究報告書。厚生科学研究・医療技術評価総合研究事業

11 Istepanian RH, et al. Design of mobile telemedicine systems using GSM and IS-54 cellular telephone standards. J Telemed Telecare: 4 Suppl 1: 80-2, 1998

12 LaMonte MP, et al. Telemedicine for acute stroke: triumps and pitfalls. Stroke: 34: 725-8, 2003

13 角地祐幸、他。医用波形標準化記述規約 (M-FAR) と標準インターネットブラウザによる心電図伝送。03年9月8日、日本心電学会

14 角地祐幸、他。循環器救急におけるモバイルテレメディシン。心電図伝送における標準規格の有用性について。03年7月23日 第7回遠隔医療研究会

※ ※

佐瀬一洋 (させ・かずひろ) ●61年東京都生まれ。86年京大医卒。87年北野病院で研修、89年京大大学院入学。94年から米国ハーバードブリガム&ウイメンス病院留学。帰国後、97年親友会島原病院、99年国立医薬品食品衛生研究所・医薬品医療機器審査センターを経て、01年より現職。

(6) 循環器疾患における標準医療手順の確立

野々木 宏

ESTABLISHMENT OF STANDARD CLINICAL APPROACH FOR DIAGNOSIS AND  
THERAPEUTIC STRATEGIES OF CARDIOVASCULAR DISEASE

Hiroshi NONOGI

循環器医療政策医療ネットワークにおいて、高度先駆的医療を実践するためには以下のような条件が必要と考えられる。1) 対象疾患における院内のみならず院外におけるアウトカムを明らかにし、一貫した対策を確立する、2) そのためレジストリーによる正確なデータ収集を行い、アウトカムリサーチを実践し、その結果により標準的な診療手順を確立し、政策医療ネットワークにおける診療レベルの向上をはかる、ことが必要である。具体的な疾患群として、政策医療において脳卒中や急性心筋梗塞症(AMI)による死亡を25%削減することが目標としてあげられている。

AMIのアウトカム

アウトカム評価の代表例としてAMIを呈示する。

図1のようにAMIの院内予後は過去4半世紀の治療法の進歩により劇的に改善し、院内死亡率は20%から5%前後へと激減した。しかし、こ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る。院外死を含めた地域における全症例の致命率を検討することで初めて、新しい治療法やシステムの効果を検討可能である。しかし、わが国全体におけるAMIの発症数や致命率に関するデータは、ほとんど存在しない。厚生労働省の死因調査から平成12

年度の心疾患の死亡数は約15万人で、そのうち約7万人が虚血性心疾患による死亡数である<sup>1)</sup>。しかし、発症数は不明であり、そのデータを得るには全国的な疾患サーベイランスシステムの構築が必要である。厚生労働省循環器病委託研究班(平成9年度)により大阪府北部の北摂地域(7市、人口168万人)の全医療施設(95病院・1,242診療所)に対して、平成9年の1年間に経験した内因性心肺停止例とAMI発症数・致命率・搬送状況に関するアンケート調査が行われた<sup>2)3)</sup>。院外心停止例の病理解剖結果を解析した東海林らの報告<sup>2)4)</sup>に準じて内因性心肺停止の1/3をAMIとした。病院からの回答率は74%で、AMI 639症例、診療所からの回答率は61%で、AMI 250症例の報告があった。地域内で転送した例の重複を差し引くとAMI例は624例となり、院内死

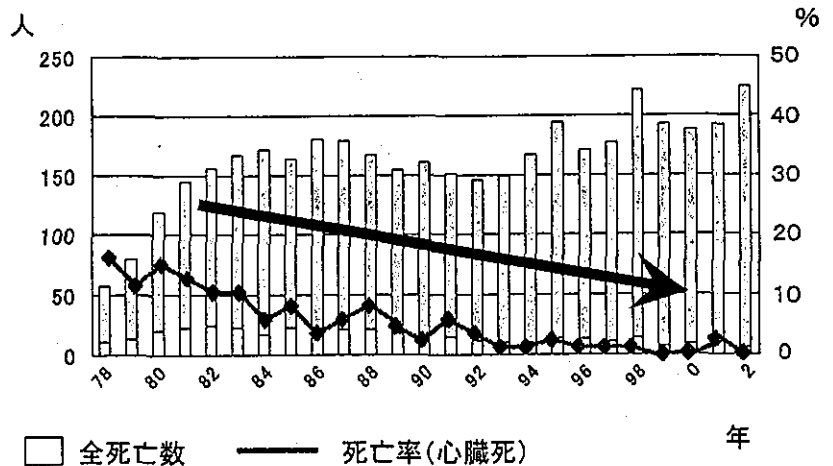


図1 急性心筋梗塞症の入院症例数と死亡率の経年変化  
国立循環器病センター

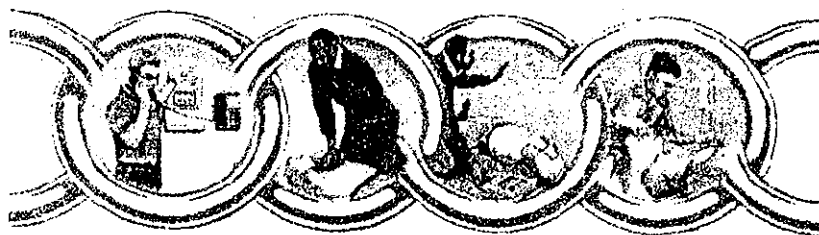
国立循環器病センター National Cardiovascular Center 心臓血管内科

Address for reprints: Hiroshi Nonogi, Cardiovascular Division, Department of Internal Medicine, National Cardiovascular Center, 5-7-1 Fujishirodai, Suita, 565-8565 JAPAN

E-mail: hnonogi@hsp.nccvc.go.jp

Received August 17, 2004

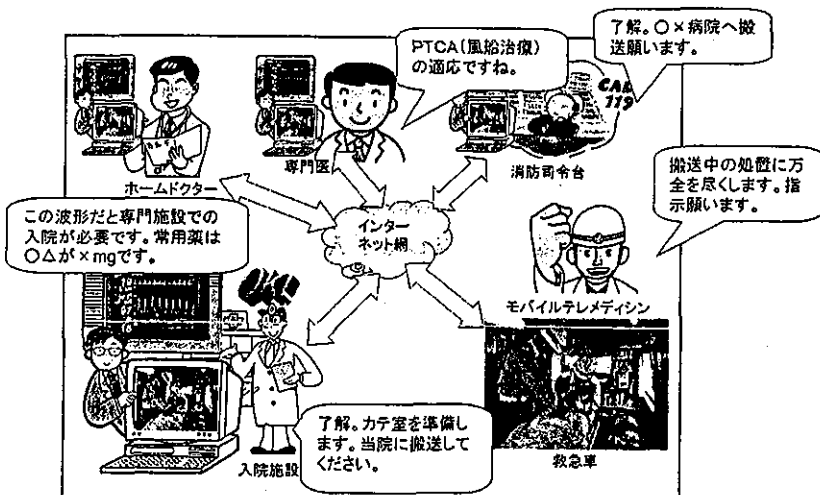
Accepted August 15, 2004



早い通報 早いCPR 早い除細動 早い高度治療  
 心肺蘇生法普及 AEDの ACLS普及  
 一般人使用 モバイルテレメディン  
 厚労省あり方検討会  
 迅速な電氣的除細動:院外5分、院内3分で開始

図2 救命の連鎖 (Chain of survival) とその対策  
 CPR:心肺蘇生法, AED:自動体外式除細動器, ACLS:2次救命処置

には Utstein 様式による標準化が提唱された<sup>1)</sup>。院外心停止事例における用語, 蘇生に関する時刻や時間の定義, 蘇生率に関する比較研究を目的としたテンプレートの提言, 記録項目や転帰の定義と記載方法等についてまとめられた。これにより院外心停止に対する病態の検討, 救急医療の効果判定, 地域比較等が可能となる。すでに各地域で前向き登録作業がすすみ, 国際比較が可能である。この比較によりわが国では, 第1発見者による心肺蘇生法の施行や速やかな電氣的除細動施行が生存率向上に必須であることが明らかとなった。



アウトカムリサーチの検討

院外心停止への対策は, 図2のような救命の連鎖の確立が重要であり, その中で具体的には心肺蘇生法(1次救命処置 BLS, 2次救命処置 ACLS)普及活動, 自動対外式除細動器(AED)の普及活動, また院外心停止発症前の対策として図3のようなモバイルテレメディンの導入を検討している。このような対策を導入し, 前後における全例レジストリーの評価をすることでアウトカムが明らかとなり, 対策の妥当性が検証できるものと考えられる。

図3 モバイルテレメディン構想  
 第3世代携帯電話によるインターネット網で救急車と病院間で動画情報, 12誘導心電図, バイタルサイン情報を伝送し, 病院前診断をし適切な専門病院へ搬送し, 迅速な治療が可能となる。

以上のように, 標準医療手順を確立するためには, 表のような作業

亡率は12%であった。内因性心肺停止例の348例の1/3をAMIとするとAMIは合計740例となり, 致命率は26%であった。平成11年度循環器病委託研究11公-6において同様の調査を全国23地域人口1,318万人において1ヵ月間行い, AMIの致命率は21%で, 病院入院例の死亡率は10%であったことから死亡の半数以上が院外死していることが明らかとなった。

が必要であると考えられる。

アウトカム評価には正確なレジストリーが必要

前述したようにAMIの致命率を明らかにするためには, 院外心停止の実数把握が必要であり, その登録作業

文 献

- 1) 厚生統計協会: 国民衛生の動向, 厚生指標 48: 48-57, 2001
- 2) 厚生労働省循環器病委託研究「9指-2, 心血管疾患の救急医療の現状と対策に関する研究: 主任研究者 野々木宏」班編, 心血管疾患に対する救急医療に関する診療の手引き, p.1-104, 2000
- 3) 野々木宏, 向仲真蔵, 天野利男ほか: 北摂地域にお

- ける急性心筋梗塞症の発症状況とCCUネットワーク形成に関する研究. 日冠疾会誌 6:61-64, 2000
- 4) 東海林哲郎, 金子正光, 伊藤靖ほか: 成人内因性搬入時心肺停止症例における急性心筋梗塞の頻度とその超急性期突然死例の病態, 剖検時冠状動脈造影と病理組織学的検討. 日救急医学会誌 9:143-157, 1998
- 5) Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS

et al: Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: The Utstein Style. Circulation 84:960-975, 1991

(平成16年8月17日受付)

(平成16年10月15日受理)