

僻地医療の高度化に向けたユビキタス救急救命システムの研究開発 (112305005)

A cloud-based pre-hospital STEMI management system for a rural healthcare network

研究代表者

井隼 彰夫 福井大学医学部
Akio Ihaya University of Fukui

研究分担者

笠松 真吾[†] 江守 直美^{††} 大北 美恵子^{††} 木村 哲也[†]
中野 顯[†] 宇随 弘泰[†] 山下 芳範[†] 大垣内 多徳[†]
Shingo Kasamatsu[†] Naomi Emori^{††} Mieko Okita^{††} Tetsuya Kimura[†]
Akira Nakano[†] Hiroyasu Uzui[†] Yoshinori Yamashita[†] Tatoku Ogaito[†]
[†]福井大学医学部 ^{††}福井大学医学部附属病院
[†]University of Fukui ^{††}University of Fukui Hospital

研究期間 平成 23 年度～平成 24 年度

概要

ST 上昇型急性心筋梗塞 (STEMI) を含む急性冠症候群 (ACS) では、プレホスピタルでの 12 誘導心電図が最も有効な手段であり、ACS 症状のみられる患者の STEMI を正確に判定することができる。救急救命士が現場到着後、速やかに心電図を測定し患者の状況と合わせて受け入れ施設と測定データをユビキタス環境で共有することで、経皮的冠動脈インターベンション (PCI) 治療開始までの時間を短縮し、死亡率の低下に繋がる事が可能になるシステムを開発する。

1. まえがき

日本人の死亡原因の第 2 位は心疾患であり、ST 上昇型急性心筋梗塞 (STEMI) を発症した場合、発症後早期の再灌流療法が生命予後の改善に重要である。急性心筋梗塞 (ST 上昇型) の診療に関するガイドラインでは、病院到着前の 12 誘導心電図を送信とともに、病院到着後 90 分以内のバルーンやステントによる PCI (経皮的冠動脈インターベンション) 治療の救命率が高いと推奨されている。北陸地方は、山間部や半島部などの少子高齢化が深刻な過疎地を多く抱えている。そのため、一旦病気になる場合、都市部と異なり救急病院までの搬送には 30 分から 1 時間を要していた。また、山間部等の僻地では、高規格救急車から従来の方法で送信した心電図は、診断不可能なデータが多く活用できていない。そのため、夜間や休日においては、病院到着後に、循環器専門医が診断し PCI を決定しても、治療を行う医師等、治療チームスタッフの招集やカテーテル室の準備に時間を要している現状がある。近年、携帯電話網のモバイルデータ通信環境は、山間部でも障害を認めない程整備されてきた。そこで、我々は、病院到着前に、スマートフォンとクラウドコンピューティングを活用し、以下の解決を行う事を研究目的とする。

① 急性心筋梗塞を疑った場合、病院到着前に救急車内から救急病院に、3.5G スマートフォンを使い、確定診断可能な 12 誘導心電図と II 誘導心電図のリアルタイム送信を行う。

② 救急救命士が送信した心電図データを、救急病院と自宅等にいる循環器専門医が、3.5G スマートフォンとクラウドコンピューティングを利用して情報共有を行う。

③ 循環器専門医が、患者に PCI 治療が必要と判断した場合、患者が病院到着前に、PCI 治療を行うための治療チームスタッフの招集や、カテーテル室の準備を開始する。

2. 研究開発内容及び成果

2.1 クラウド ECG の開発と改良

急性冠症候群では、12 誘導心電図の測定データを病院到着前にリアルタイムに送信し、病院到着後の救急医療を

的確かつ迅速に実施することは極めて重要な課題である。この課題を低コストで解決するために、小規模な地方自治体の救急医療現場に導入可能な初期導入費用 60 万円以下を目標として、通年運用可能なユビキタス救急救命システムをスマートフォンとクラウドコンピューティングを活用して開発した。心電図波形を救急救命センターへ電子メールに添付して送信する方式では、救急隊側端末でのキーボード操作が不可欠で救急隊員への負担が大きい。対環境性からもキーボードは、脆弱であるため、ノート PC からタブレット型 PC に仕様変更を行った。加えてクラウドコンピューティングのファイル共有サービスを用いて、測定後の送信操作自体を完全に省略し 12 誘導心電図解析ソフトウェアの操作だけで自動的に解析結果を救急救命センター側に送信する改良を行った。また、救急隊員向けアンケートより 12 誘導心電計測定モジュールと波形解析用 PC 間の接続状態が目視で確認できる有線接続方式が現場で求められていることが明らかになった。このため、接続方式を Wi-Fi を用いた無線 LAN 方式から USB ケーブルを用いた有線接続方式に変更した。PC ソフトウェアおよび入力操作性においては、感染防止用ラテックス手袋装着時にも操作が可能な専用テンキーパッドを併用した。以上の改良により救急隊員は、測定準備、開始、終了の専用テンキーパッドの物理ボタン 3 個のみの操作で 12 誘導心電図の測定と救急救命センターへの送信を完了することができた。その結果、平均データ通信速度が 300kbps の通信環境において心電図測定開始から送信終了まで 2 分以内、送信時間は、約 60 秒を達成できた。

2.2 セキュリティ面での改良

救急救命センターから外部の循環器専門医にコンサルテーションを要請するための手順は、第一報をメールによるデータ通信で心電図を送信し、次に電話による直接呼出して相手のレスポンスを確認しメール添付の心電図閲覧または、クラウドサーバー側のファイルを医師のスマートフォンやタブレットなどの個人向けスマート端末で閲覧する方法とした。平成 23 年度は、スマートフォン側の VPN 環境が整っていなかったため、pdf ファイルの暗号

化だけが可能であった。次年度は、iOS および Android のスマート端末用 OS の L2TP/IPSec による VPN トンネリングプロトコルの正式サポートによりセキュアな接続方法が可能になった。これにより認証およびデータサーバーを独自に構築することができた。本接続方式を採用することで搬送先病院の循環器専門医師とデータを共有することが可能になり個人情報の保護を確保した上でデータ共有の利便性を増すことが出来た。



バーコードを利用した救急用リストバンド

緊急心電図受信状態 福井大学病院救急部

スマートフォンでのセキュアな心電図表示

2.3 救急隊用モバイル通信ユニットの改良

平成 23 年度は、スマートフォンのテザリング機能を用いて、メールで救急救命センターのサーバーに転送していた。しかし、試用した救急隊員への聞き取り調査の結果、スマートフォンのモバイル通信機能や操作手順は、OS のバージョンアップやサービスプロバイダの仕様変更に伴い頻繁に変更されるため、救急隊員に混乱を生じさせることが分かった。次年度は、スマートフォンからデータ通信専用のモバイルルータに変更し、USB 接続とした。これにより救急隊側のタブレット型 PC は、3G/LTE 携帯電話網を通じて常時インターネットに接続されているため、通常のインターネットが用意されたデスクトップ PC 環境と同じ感覚で、プレホスピタル ECG を迅速に測定し、12 誘導心電図を救急救命センターの医師に伝送することができた。



救急隊向けに改良した ユビキタス ECG 装置

ユビキタス ECG システム全体 福井大学病院救急部受付に設置

スマートフォンでのセキュアな外部通信

2.4 救急隊用 12 誘導心電図付き AED 装置を用いた実証試験

東日本大震災を契機に救急活動もより広域かつ高度な対応が求められている事が明らかになった。ミッション・クリティカルな分野では、過酷な使用環境でも測定可能な堅牢かつ一台で完結できる多機能な装置が必須である。救急隊用半自動 AED 装置に 12 誘導心電図の測定、送信機能を一体化し、更に SPO2 機能を付加した装置を導入した。通信は、装置のシリアル通信コネクタを介して RS-232C I/F にてモバイルルータに接続した。試験運用段階では、内部メモリー機能を用い通常の救急救命活動をモニターし、搬送後に解析を行うことで現状の分析と導入後の比較検討を行う。



消防本部での使用説明会

救急車への配備

送信専用ボタン

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

心疾患では、高齢患者の介護と看護を一体化し患者の急変を事前に察知することが孤独死を防ぎ患者の安心に繋げることができる。このような地域連携医療システムを構築するためには、地域の介護、救急、医療機関など多くの協力と情報連携が不可欠となっており、在宅介護、在宅医療へユビキタス 12 誘導心電図の応用範囲を広げることが重要である。訪問介護および看護スタッフが在宅患者訪問時にクラウド接続型 12 誘導心電図を測定し、その場でかかりつけ医師や循環器専門医とデータを共有するシステムへ応用することにより、在宅高齢者及び療養患者向けの新たなサービスへの展開が可能になる。

4. むすび

救急隊から救急病院に 12 誘導心電図のリアルタイム送信を行い、心電図データを、救急医や時間外の循環器専門がクラウドコンピューティングを利用して情報を共有するシステムは、実用化を目指した救急隊での実証試験にステップアップすることができた。今後は、救急隊及び救急救命センター側の意見を取り入れながら、ICT を活用したより使いやすいシステムの開発を行い僻地医療の高度化に活用していく事が重要である。また、本研究の成果を在宅医療分野に応用し、2035 年に訪れるとされる 3 人に 1 人が 65 歳以上の超超高齢社会をモデルとした、訪問介護、在宅医療、遠隔医療及び救急医療をシームレスに ICT で結びつけた地域連携医療システムの構築が期待できる。

【誌上発表リスト】

- [1] 大北美恵子、中野顯、笠松眞吾、江守直美、吉野孝博、山下芳範、井隼彰夫、李鍾大、“クラウドコンピューティングによる 12 誘導心電図の遠隔診断”、日本心臓病学会誌 6 (Suppl. I) , 2011, 276 (発表年月日 2011 年 9 月 23 日)
- [2] 笠松眞吾、江守直美、大北美恵子、木村哲也、中野顯、井隼彰夫、“僻地医療の高度化に向けたプレホスピタル 12 誘導心電図システム”、第 15 回日本臨床救急医学会雑誌 2012、Vol15、p254 (発表年月日 2012 年 6 月 16 日)
- [3] 江守直美、笠松眞吾、大北美恵子、井隼彰夫、“12 誘導心電図をクラウドで共有するユビキタス ECG システムの有効性”、第 7 回医療の質・安全学会誌 2012、Vol.7、p322 (発表年月日 2012 年 11 月 23 日)

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

作成中