

明日への
トビラ

Vol. 23

在宅の患者を遠隔地から 24時間見守る！

7日間電池交換なしで使える無線式心電計



丸みを帯びた心電計本体。商品名のデュランタは「あなたを見守る」という花言葉を持つ花の名前だ。

東北地方では多くの病院が被災したため、在宅医療の患者が急増している。そんな中、JSTの「復興促進プログラム」により、自宅で7日間昼夜連続で心電波形を計測して無線送信できる、世界でも類を見ない低消費電力の小型心電計が開発された。遠隔地の患者の容体をリアルタイムで確認できる強い味方が生まれた。



担当医が見守ってくれている安心感

東日本大震災以降、東北地方は今なお深刻な病院や医師の不足が続いている。慢性的な過疎化や高齢化の進む地域も多く、在宅医療の患者が急増している。特に終末期の患者を自宅で見守るのは、家族にとって不安がつきまとう。担当医にとっても、毎日患者を往診することは精神的にも肉体的にも負荷が大きい。

そんな中、昨年12月に心電波形のデータを1週間連続して遠隔地に無線送信できる、心電計 (duranta®:デュランタ) が製品化された。これまでに市販されている電池内蔵の心電計の動作時間は最大で1~2日間だった。開発したのは、医療機器の開発・製造を手掛けるリアルデザイン (宮城県仙台市)、医療分野に画像解析技術や情報通信技術を提供しているイメージワン (東京都新宿区) と、東北大学サイバーサイエンスセンター先端情報技術研究部の吉澤誠教授らの3者による産学連携チームだ。

仕組みは簡単だ。近距離用の無線通信モジュールを搭載した小型・軽量の心電計を患者の体に直接貼り、心電波形を計測する。計測したデータは、患者の近くのスマートフォン経由でサーバーに送られる。そのデータを、担当医が手元のタブレット端末などを使って受信するというものだ。担当医は在宅患者の心電波形を24時間、いつでもどこでもモニタリングできる。心拍に異常が起これば、メール

などで知らせるアラーム機能を装備しているので、容体に変化した場合にも迅速に対処できる。

イメージワンの谷内公一さんはこう話す。「ご家族や患者さんが心電波形を気にしてしまうことによる精神的な負担を心配し、心電計を患者さんの自宅に置くことに否定的なお医者さんも少なくありませんでした。しかし、実際に使ってもらったところ、『いつも担当医が見守ってくれているという安心感がある』という感想を多数いただき、大きな手応えを感じました」。

谷内さんが心電計の開発を思い付いたのも、医療現場からの要望があったからだ。「震災後、被災地を回っていて『在宅患者さんの状態を確認する手段として心電波形を遠隔でも見たい』との声を聞いたのです」。



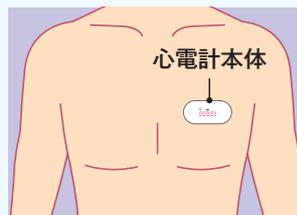
課題は1週間連続測定可能な「低消費電力化」

開発に当たっては、まず、担当医の平均的な訪問頻度に合わせ、最低1週間は充電することなく連続計測が可能なこと、次に、患者が寝返りをうっても大丈夫なようにワイヤレスにし、計測したデータを無線送信できることの2つが必須条件となった。

そこで谷内さんは、以前から取引があったリアルデザインの布川憲司社長に開発を相談した。相談を受けた布川さんは、1週間の連続測定を可能にするには、心電計の消費電力量を極限まで抑えなければならないと考えて、医用工学の専門家である東北大学の吉澤さんを訪ねた。



アプリをダウンロードして使用するスマートフォンの画面(左)とタブレット端末の画面(右)。スマホの画面でも心電波形を表示することができる。タブレット端末の画面は照明などに合わせてバックや表示の色を変えることができるほか、一度に複数の患者の画面を見ることができる。



装着例。ワイヤレスのため、使用中の煩わしさが軽減される。

スナップボタン式のシールつき電極を本体裏に2つはめて使用する。仕組みは同じだが、このスナップボタンは衣料用ではなく医療用の汎用品。





システムの概念図



1週間という長時間の連続使用が可能になるため、患者や医師の負担を軽減することができます。また、インターネットを通じて医療機関やコールセンターなどでデータを共有することで、総合的な見守り体制をとることができるのが大きな特徴だ。

吉澤さんは、これまで人工心臓の制御アルゴリズムの開発などを数多く手掛けてきた。谷内さんらの相談に対し、以前「植え込み型除細動器（ICD）」向けに開発した省電力制御アルゴリズムなどの技術が応用できるのではないかと考えた。除細動器とは不整脈に対して心臓に電気刺激を与えることで、心臓の動きを正常化することができる医療機器である。ICDはそれを小型化したもので、体内に植え込んで使用する。

「ICDは、いったん体内に植え込むと数年間は取り出せないため、低消費電力が不可欠です。この開発で培った技術を心電計に応用すればよいとすぐに思いました」と吉澤さん。

3者はJSTの復興促進プログラムに応募。採択されたのを機に、2013年1月4日、開発をスタートさせた。



現場の要望を受け1年前倒して製品化

心電計の中で最も電力を使うのが通信モジュールだった。この課題に関しては、「デジタル機器用の無線通信規格である『ブルートゥース』の最新バージョンを、リリース直後にタイミングよく搭載できたことが大きかったですね」と布川さん。

また、吉澤さんの指導のもと、省電力を実現する制御アルゴリズムを使って心電波形を計測。加えて、「周期的間欠送信法」と呼ばれるデータ伝送方式を採用することで、計測データの伝送効率の飛躍的な向上を図った。一方、搭載するリチウムイオン電池については、充電時の電圧を標準よりも低く抑えることで安全性の確保と長期的な使用時の容量の低下を最小限にすることができた。

このような地道な努力を積み重ねた結果、布川さんたちは、目標の1週間を大幅に上回る、10日間の連続使用に成功した。

心電計のデザインや使い勝手に関しては、現場の声を開発に反映させていった。

「実は、最初はマッチ箱のような形状でした。現場から、『着替える際に角の部分が引っ掛かる』などの指摘があったため、全体的に

丸みを帯びた形にしてもらいました」と谷内さん。

また、タブレット端末で心電波形を表示するシステムを開発したリアルデザインの向田陽一さんもこう振り返る。「高機能であることよりも、誰でも直感的に操作できるシンプルな画面と、最低限必要なデータを見やすく表示することに尽力しました」。

完成した心電計は、被災地に限らず、全国各地からの問い合わせが相次いでいる。当初は終末期の患者のモニタリングを主な目的としていたが、「退院した患者の手術後の経過観察に使いたい」などの要望も多いという。在宅で使用できる心電計への潜在ニーズが予想以上に高かったことは、嬉しい誤算だった。

海外展開にも積極的だ。フィンランドの医療関連企業とビジネスパートナー契約を締結し、同社を経由して欧州10カ国への事業展開が予定されているほか、台湾大学付属病院ではすでに試験運用の計画が動き出している。

布川さんは、復興促進プログラムの利点をこう振り返る。「申請当初、非接触の充電方法の開発も計画にありましたが、JSTのマッチングプランナーの青山勉さんから、開発項目を絞り、短期間で開発できるようアドバイスを受けました。その結果、当初の予定を約1年も前倒して製品化できたのです」。

青山はこう語る。「この心電計には、最先端の技術は導入されていません。しかし、現場で大きな反響を呼んでいるのはコンセプトの明確さであり、短期に製品化できたのは、そのコンセプトに忠実に開発を進めていった皆さんの努力の結果です。将来が大変楽しみな製品です」。

吉澤さんもこう加える。「現場の声を的確に反映する形で機能をそぎ落とし、シンプル化したことが最大の成功要因でしょう。これこそが真に求められている遠隔医療の理想の姿だと思います」。

今後は防塵、防滴機能などを搭載することで、より活用範囲を広げていく計画だ。

吉澤 誠 よしざわ・まこと
東北大学教授
総長特別補佐(社会連携担当)

向田 陽一 むこうだ・よういち
株式会社リアルデザイン
総合企画担当

布川 憲司 ののかわ・けんじ
株式会社リアルデザイン
代表取締役

谷内 公一 たにうち・こういち
株式会社イメージワン
営業企画グループ
プロジェクトマネージャー

青山 勉 あおやま・つとむ
JST復興促進センター
マッチングプランナー

〈写真左から〉

