

健康文化

ウェアラブルデバイスを用いた疾患管理・健康管理の方向性について

深津 博

はじめに：IoT (Internet Of Things) ¹ がブームである。“もののインターネット”と訳されるこの考え方は、多くの機器がインターネットに接続することにより、大量のデータをリアルタイムに近い形で収集・分析し、機器相互の役割分担や機能の調整、最適化を図り、コスト削減や費用対効果の最大化を図ることができることが大きな利点であり、電力メータ (スマートメータ) ² などの分野でその成果が報告されている。

医療分野においても、IoT はトピックスの一つであるが、今回はその中で個人が身につけることにより、疾患管理や健康管理に利用できるウェアラブルデバイスについて事例を挙げて近未来を予想してみたい。

医療・健康機器としてのウェアラブルデバイス³：ウェアラブルデバイスとしては、時計型、メガネ型、リストバンド型、クリップ型などに大別されるが、身体的な指標として把握できる項目は、歩数、移動距離、消費カロリー、心拍計、睡眠計の5つが共通する代表的なものである。

一方医療的な視点で必要とされる指標としては上記の5つでは不十分であり、心電図と血圧が必須となる。他に動脈血酸素飽和度、血糖値なども把握できるとよい項目である。

これらは医療機器ではなく健康機器として量販店やネットショップ等で比較的安価に購入が可能で、腕時計型では米国 Apple 社の Apple Watch⁴、リストバンド対応では米国 Fitbit 社の製品⁵が代表的である。

心電図・血圧が測定可能なデバイス：従来市販されているデバイスでは、心電図、血圧の測定は困難であったが、この度日本の Simplex Quantum 社が開発した“心電ウオッチ”は、センサーの緑色の LED を用いた脈波の測定に加え、高感度のアナログセンサーの技術を生かして、リストバンド型のデバイスで心電図が直接測定可能で、さらに脈波との同時測定による遅延時間の計算式から血圧も算出できる機能を有する。

一つのデバイスで血圧と心電図が計測できるのは、世界初と思われる。

具体的には手首に装着したデバイスのセンサー部分に、反対の手の指を触れて30秒間測定するのみであり、通常の血圧測定と手間や要する時間はほぼ変わらない。

血圧の算出は図1のように、本デバイスによる脈波データと心電図の波形から Moens-Korteweg 式により伝播時間を算出し、計算値を示すものである。20名の成人ボランティアに対して市販の自動血圧計の実測値と比較を行ったが、5%以内の誤差範囲内であり十分な信頼性が示されている(未公表データ)。

心電図の波形は他の類似デバイスが一般にデジタルフィルターによるノイズ低減を行うのに対し、本デバイスはアナログ回路におけるノイズキャンセル技術を用いており、素データとして p 波の確認が可能な、高品位の心電図計測が可能である。

心電図データと血圧データは、スマートホンに無線(ブルートゥース)経由で保存され、スマートホンから WiFi 経由でクラウドに転送されるため、医師がそのデータを遠隔から確認することが可能である。

図1にデバイスの外観を示す。腕に装着する部分の素材は生体に影響のない ABS 樹脂を使用、電源としてリチウムイオン充電電池3.7V、45mAh を用いている。通信は Bluetooth/BLE、送信周波数2.4GHz/送信電力1mW (0 dbm) で10m の範囲で無線通信を行う。消費電流は動作時3mA (心電・心拍動作時)、入力インピーダンス100MΩ以上、連続使用時間は5日(環境温度25℃)、生活防水+IPX7、対応 OS は iOS と Android で、表示装置として有機 EL ディスプレイを搭載し、心電図(第一誘導)・血圧(計算値)の他に歩行・歩数距離・カロリー消費量・脈波・睡眠時間・時計/アラームに対応しており、サンプリングレートは512Hz(最大)である。

心電ウオッチに対する期待：電図と血圧の測定が自宅でも外出先を問わずいつでも可能な本デバイスは、高血圧や不整脈患者の日常における実態を個別に把握し、正確な診断や、薬剤の効果の判定、緊急時の通報等に適用が可能であり、今後幅広い範囲での応用が期待される。

医療分野で特に期待されるのが、潜因性脳梗塞と塞栓源不明脳塞栓症の原因としての潜在性心房細動検出である⁶。

Jabaudon らによれば心房細動の既往を有さない149例の脳梗塞ないし一過性脳虚血発作患者を対象とする単施設研究では、入院時12誘導心電図で2.7%に心房細動を認め、その後5日間以内に繰り返された心電図で新たに4.1%に、その後の24時間ホルター心電図測定で新たに5.0%に、さらにその後の7日間の

体外装着式記録計での測定で新たに5.7%に心房細動を同定できた、と報告されている⁷。

最近の Sposato らによる報告では脳梗塞・一過性脳虚血発作における潜在性心房細動診断を評価した50試験、11,658症例を対象としたメタ解析では、「初療室における心電図」、「入院中の心電図モニタリング/ホルター心電図」、「外来での携帯式ホルター心電図」、「外来テレメトリー/体外装着型記録計/植込み型記録計」の4期で順次測定することにより、心房細動を各々新たに7.7%、5.1%、10.7%、16.9%に認め、4期を併せて23.7%の患者で潜在性心房細動を同定できることが示されている⁸。

特に心房細動患者に対する脳梗塞ないし一過性脳虚血発作患者の再発予防目的で、昨今非ビタミン K 阻害経口抗凝固薬が広く使用可能となり、従来のワルファリンより頭蓋内出血など重篤な出血合併症発症率が明らかに低いことから、潜在性心房細動患者を発見することの意義が高まっている。

本デバイスは、上記の外來テレメトリー/体外装着型記録計として使用することが可能であり、さらには無症状の状態で患者が毎日測定してクラウドにデータを蓄積することにより、全く脳梗塞の症状を起こしていない未発症患者を発見することも可能になると期待される。

ウェアラブルデバイスは、文字通り「いつでもどこでも」必要な指標値を測定可能で、クラウド経由で医療従事者が管理することを視野に、今後在宅医療での利用が見込まれ、その先には遠隔医療や健診・健康管理の領域での利用拡大も期待される有力なツールと考えられる。

さらに関連領域では非侵襲的な血糖値測定デバイスの開発⁹もアナウンスされており、医療従事者としても注目すべき領域と考えられる。

文献

- 1) IoT : <http://www.nhk.or.jp/gendai/articles/3659/index.html>
NHK クローズアップ現代ホームページ
- 2) スマートメータ : <http://www.tepco.co.jp/ep/private/smartlife/smartmeter.html>
東京電力エナジーパートナーホームページ
- 3) ウェアラブルデバイスが暮らしに与える影響 総務省ホームページ : <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc241160.html>
- 4) Apple Watch : <https://www.apple.com/jp/watch/>

アップル社ホームページ

- 5) Fitbit : <https://www.fitbit.com/jp/flex2>
Fitbit 社ホームページ
- 6) 潜因性脳梗塞と塞栓源不明脳塞栓症：わが国における臨床的意義と潜在性心房細動検出の重要性 豊田 一則他 脳卒中 38 : 77-85、2016
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jstroke/38/2/38_10416/_pdf
- 7) Jabaudon D, Sztajzel J, Sievert K, et al : Usefulness of ambulatory 7-day ECG monitoring for the detection of atrial fibrillation and flutter after acute stroke and transient ischemic attack. Stroke 35 : 1647-1651, 2004
- 8) Sposato LA, Cipriano LE, Saposnik G, et al : Diagnosis of atrial fibrillation after stroke and transient ischemic attack : a systematic review and meta-analysis. Lancet Neurol 14 : 377-387, 2015
- 9) 糖尿病患者必見！ 手にあてるだけの血糖値測定デバイス「GlucoWise」が開発中 : <https://techable.jp/archives/55319> Techable ホームページ

(愛知医科大学病院 医療情報部長・特任教授)



図1 Simplex Quantum 社が開発した、心電図と血圧が同時計測できる時計型のウェアラブルデバイスの外観。表示画面の裏側に緑色の LED を搭載、表示画面横のセンサー部分に反対の指を押し当てて30秒間脈波と心電図を同時計測することが可能で、この二種のデータから Moens-Korteweg 式により伝播時間を算出し、最高血圧・最低血圧の計算値を示すものである。



図2 ウェアラブルデバイスからスマートフォンに無線（BlueTooth）経由で送信された心電図と脈波のデータを示す。高品質の心電図が測定できていることがわかる。