

一般口演 | 広域保健医療・連携医療支援

一般口演15

広域保健医療・マネジメント

2021年11月20日(土) 14:10 ~ 16:10 H会場 (2号館3階234)

[3-H-2-01] IoT屋内位置測位技術を活用した手指衛生モニタリング

*山下 佳子¹、大山 慎太郎¹、坂本 祐二²、友澤 洋史³、出野 義則²、山下 暁士¹、白鳥 義宗¹（1. 名古屋大学医学部附属病院 メディカルITセンター, 2. 株式会社ケアコム, 3. サトーヘルスケア株式会社）

*Keiko Yamashita¹, Shintaro Oyama¹, Yuji Sakamoto², Hiroshi Tomozawa³, Yoshinori Ideno², Satoshi Yamashita¹, Yoshimune Shiratori¹（1. 名古屋大学医学部附属病院 メディカルITセンター, 2. 株式会社ケアコム, 3. サトーヘルスケア株式会社）

キーワード：Internet of Things, hand hygiene, Bluetooth Low Energy

【はじめに】医療現場での感染防止には手指衛生が重要であり、WHOは患者ケアにおいて手指衛生が必要なタイミングを整理し、院内感染予防に成果を上げてきた。代表的なモニタリング法は直接観察法と手指消毒剤使用量計量法だが、時間と労力がかかることが問題点とされている。以前我々はInternet of Things（以下、IoT）デバイスを用いた手指衛生モニタリングは使用量計量法の代替となりうるという報告を行ったが、直接観察法を代替するに至らなかった。本研究では直接観察法のスクリーニングとなりうるか、また各施設で適応する際の妥当性検証の手法確立について検討した。【方法】対象者は個人用手指消毒剤のポンプ部分に、押下時に位置情報発信用のBluetooth Low Energyセンサーポンプタグを装着した。手指衛生実施時に押下したポンプタグ信号は最寄りのアンテナに検知され、位置情報・ポンプID・検知時間がサーバへ送られ、位置情報と検知時間より対象者のポンプIDを照会し、手指衛生を行った場所・時間別に検出した。データ取得は2021年1月から3月の各月1週間毎、病棟看護師10名を対象に行った。【結果】直接観察法で必要なタイミング別での手指衛生実施を定義した手指衛生実施率の割合は、入室前30秒以内32.6%、ベッドエリア内66.0%、退室後30秒以内1.4%であった。また、ベッドエリア間移動での実施率は16.9%であった。【考察】直接観察法では対象者を特定することは難しいが、IoT手指衛生モニタリング手法は、ポンプセンサー毎での訪室回数と各タイミング別での手指衛生実施状況を定常的に観察することができ、効果的な手指衛生実施の向上に役立つものと考えられる。また、感染の水平伝播抑止に有効で感染対策にも寄与する可能性もあり、従来のモニタリング法である直接観察法のスクリーニングの一つとなり得ると考えられる。

IoT 屋内位置測位技術を活用した手指衛生モニタリング

山下佳子^{*1}、大山慎太郎^{*1}、坂本祐二^{*2}、
友澤洋史^{*3}、出野義則^{*2}、山下暁士^{*1}、白鳥義宗^{*1}

^{*1} 名古屋大学医学部附属病院 メディカル IT センター、

^{*2} 株式会社ケアコム、^{*3} サトーヘルスケア株式会社

Hand hygiene monitoring using IoT indoor positioning technology

Keiko Yamashita^{*1}, Shintaro Oyama^{*1}, Yuji Sakamoto^{*2},

Hiroshi Tomozawa^{*3}, Yoshinori Ideno^{*2}, Satoshi Yamashita^{*1}, Yoshimune Shiratori^{*1}

^{*1} Medical IT Center, Nagoya University Hospital,

^{*2} CARECOM Co., Ltd., ^{*3} SATO Healthcare Co., Ltd.

Hand hygiene is important for infection prevention in the medical field, and WHO has been successful in preventing nosocomial infections by organizing the timing when hand hygiene is necessary in patient care. Typical monitoring methods are the direct observation method and the hand sanitizer usage measurement method, but the problem is that it takes time and labor. In this study, we examined whether it could be a direct observation method screening. The subject attached a Bluetooth Low Energy sensor pump tag for transmitting location information to the pump part of the personal hand sanitizer, and detected the location and time of hand hygiene. The percentage of compliance defined by the direct observation method at the required timing was 32.6% within 30 seconds before entering the room, 66.0% within the bed area, and 1.4% within 30 seconds after leaving the room. The implementation rate for moving between bed areas was 13.7%. The hand hygiene monitoring method using IoT devices is effective in suppressing the horizontal transmission of infection and may contribute to infection control, and it is considered that it can be one of the screenings of the direct observation method, which is a conventional monitoring method.

Keywords: Internet of Things, hand hygiene, Bluetooth Low Energy

1. 緒論

医療現場での感染防止には、手指衛生が最も重要であることはよく知られている。2002 年に米国疾病管理センター (Centers for Disease Control and Prevention: CDC) が公表した「医療現場における手指衛生のためのガイドライン」では、手指が目に見えて汚れていない場合、速乾性手指消毒薬が手指衛生の基本とされている¹⁾。2009 年世界保健機構 (World Health Organization: WHO) は患者ケアにおいて、手指衛生が必要なタイミングを 5 つに整理し (5moments)、院内の感染予防に成果を上げてきたとされている²⁾。また、手指衛生について抗菌薬耐性菌の広がりを防ぐために必要不可欠としており、医療関連感染の予防に対して手指消毒薬による手指衛生を強く推奨している³⁾。その中でも MRSA による医療関連感染は死亡率の増加などの点からも問題視されており⁴⁾、MRSA 分離率や MRSA 感染症の減少には、接触感染に対する手指衛生などが重要であると報告されている⁵⁾。

手指衛生のコンプライアンス向上のためには、モニタリングによる評価とフィードバックが有効とされており、代表的なモニタリングによる評価方法としては、質的評価と量的評価の方法がある。WHO が推奨する質的評価は、手指衛生実施状況の直接観察による評価で、評価者が目視で対象者の手指衛生実施状況を観察する手法で、利点としては、5moments を基本とした手指衛生実施のタイミングに対して、正しく実施されているかを評価可能であるが、欠点としては観察によるバイアスがかかり、日常の実施率とは異なる値が出てしまうこと、また、観察者には手指衛生や観察方法に関する知識の習得が求められ、さらに、時間・ヒトの確保や収集したデータの集計など実施に際しては時間と労力がかかるため継続性が低いことが問題として指摘されている⁶⁾。もう一つの量的評価は、ア

ルコール消毒剤使用量から推察する間接的評価で、利点としては、簡便でヒト・時間の労力が比較的少なく済む一方で、あくまでも使用量から推察する方法であるため、手指衛生そのもののタイミングや技術など正確性が評価できないこと、また、アルコール消毒剤量の増量に固執して、努力量で設定した場合、やみくもに消費するなどの本来目的から逸脱してしまうことがあり、質が必ずしも担保されない。実際に医療従事者の手指衛生は質・継続性共に不十分であるという報告もある⁷⁾。さらに、直接観察法によるモニタリングは一時的なもので、そのフィードバックはタイムラグが生じてしまうため、より継続的に評価し、かつ迅速にフィードバックできる方法が必要との指摘もある⁸⁾。

我々は、Internet of Things (以下、IoT) デバイスを活用した位置トラッキングや⁹⁾、センシングデータから業務行動や動線を可視化することで業務の遂行状況やパフォーマンスが見える化できるのではないかと考えこれまで現場職員と協働し業務推測の開発研究を行ってきた。さらに、総務省戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE) の委託事業として 6 軸 IoT センサーや位置測位情報を基に、看護行動の特徴量を抽出し推測する研究も行っている。また、以前 IoT デバイスを用いた手指衛生モニタリングは使用量計量法の代替となりうるという報告を行ったが、直接観察法を代替するには至らなかった。そこで、本研究では、上記の問題点を解決するため、IoT を活用した新しい手法である手指衛生モニタリング法による手指衛生について妥当性などを検証したので報告する。

2. 目的

本研究では IoT 屋内位置測位技術を活用したモニタリング手法は、直接観察法のスクリーニングとなりうるか、また各施

設で適応する際の妥当性検証の手法確立について検証することを目的とした。

3. 方法

3.1 Bluetooth Low Energy 位置測位システム

名古屋大学医学部附属病院 8 階西病棟(8W 病棟)は Bluetooth Low Energy (以下、BLE)位置測位システムを導入しており、BLE 信号の発信源の高精度位置測位を行うことが可能である。本システムは通常、BLE5.x でのみ対応する2次元 Bluetooth 方向探知・到達角度検出機能 (Angle of Arrival)を Quuppa (oy, Finland)社独自方式で BLE4.x でも対応させたものであり、2次元空間の 10~30cm 精度での位置検出を可能とするものである。病棟の各病室内の天井に、BLE ビーコンの位置測位、情報収集が可能な Locator(アンテナ)を 26 個設置した(図 1)。また、検出エリアを病室、ナースステーション、廊下とした。対象者は個人用手指消毒剤のポンプ部分に、押下時に位置情報発信用の BLE センサーポンプタグを装着した。ポンプタグは、株式会社ケアコム社の協力の下、インジェクションモールド(射出成型)で手指衛生剤ポンプのヘッド部分に着脱可能な BLE 発信機とアタッチメントを作成した。押下部分の素材はシリコン製である。手指衛生実施時に押下したポンプタグ信号は最寄りのアンテナに検知され、位置情報・ポンプ ID・検知時間がサーバへ送られ、位置情報と検知時間より対象者のポンプ IDを照会し、手指衛生を行った場所・時間別に検出した。ポンプタグはアンテナを通じ 1 秒ごとに位置情報とポンピング情報を継続的に自動で記録した。なお、今回、病棟各所に固定で設置されたポンプは対象としていない。データ取得は 2021 年 3 月から 5 月の各月 1 週間毎、病棟看護師 9 名を対象に行った。

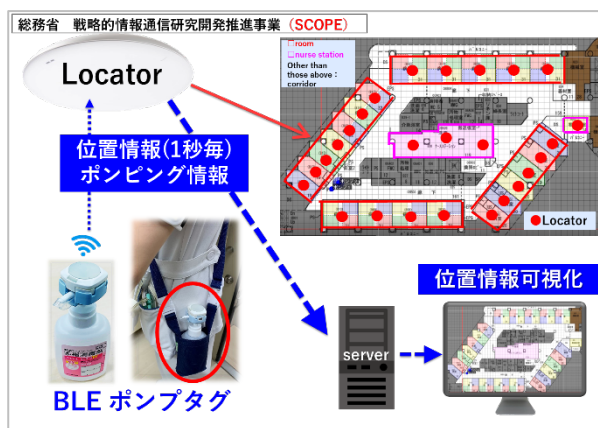


図 1 システム構成図

3.2 手指衛生実施タイミング毎の定義

手指衛生の適切なタイミングに関する評価方法として WHO は直接観察法を推奨している²⁾。その中の 5moments は「入室前」「ベッドエリア内」「退室後」の手指消毒を実施することで満たすことができると考えた。また、今回の手指衛生実施タイミング毎の定義は、十分な消毒効果を得るため、さらに消毒剤の乾燥時間を考慮して、入退室の前後 30 秒(CDC ライドライン推奨時間の 2 倍)以内の時間を含めることとした¹⁾。

そこで、「入室前 30 秒以内」「ベッドエリア内」「退室後 30 秒以内」と定義して手指衛生モニタリングのタイミング毎に定義した。また、「患者周囲環境への接触後」の手指消毒実施は「ベッドエリア間移動」を定義し、多床室同室内でのベッド-ベッド間移動での手指衛生実施率を検証した。

4. 結果

直接観察法で必要なタイミング別での手指衛生実施を定義した手指衛生実施率の割合は、入室前 30 秒以内 32.6%、ベッドエリア内 66.0%、退室後 30 秒以内 1.4%であり、ベッドエリア内での手指衛生実施率が一番高かった(図 2)。また、同室内でのベッドエリア間移動での手指衛生実施率は全体平均で 13.7%であった。

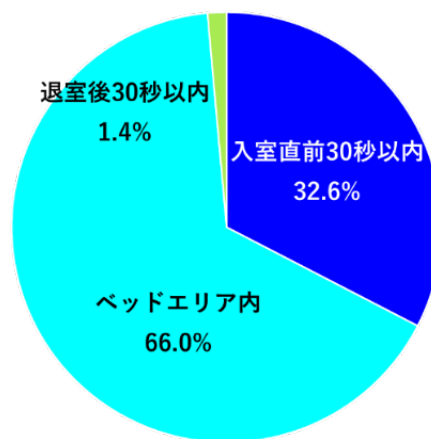


図 2 タイミング別での手指衛生実施率

5. 考察

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の大流行は、経済を停滞させ社会の生活様式を一変した。医療機関においては、診療体制の混乱とそれに伴う感染対策の抜本的な見直しに繋がった。その中でも、飛沫感染及び接触感染による伝播リスクが高いとされる新型コロナウイルスにおいて、手指衛生による感染予防効果が強く期待できると報告されている¹⁰⁾。

手指衛生の適切なタイミングでのモニタリング法として推奨されている直接観察法では、対象者を特定することは難しいこと、また、ホーソン効果により手指衛生実施率が実際よりも高くなる減少が観察されている。しかし、IoT 手指衛生モニタリング手法は、ポンプセンサー毎での入室回数と各タイミング別での手指衛生実施状況を定常的に観察することができ、効果的な手指衛生のコンプライアンス向上に役立つものと考えられる。

CDC の「医療現場における手指衛生のためのガイドライン」では十分な消毒効果を得るためにアルコール消毒剤の使い方は、乾燥までに最低 15 秒以上を要する消毒剤量を手に取り、擦り合わせるものとされている¹⁾。今回の手指衛生実施タイミング毎では入退室の前後 30 秒(CDC ガイドライン時間の 2 倍)の時間を考慮して定義したため、入退室に視点を当てた手指衛生実施では、入室前に 3 割強されていることから、病室へ向かう前にするタイミングが多いことがわかった。また、ベッドエリアでの手指衛生実施の割合が約 7 割で多いことも

わかった。さらに、同室内でのベッドからベッドへ移動した場合の手指衛生実施率は 13.7%であった。今回の手指衛生実施タイミング毎では、入退室の前後 30 秒以内という時間で区切って定義したものが、直接観察法のスクリーニングとして妥当であるかを把握できなかった。30 秒と設定するのがワークフロー上でも簡易であり、最適なのは 30 秒前後だと考えられる。今後は、現在研究している行動推測の手法を使って、5moments 行動の共通特徴量を抽出し、その特徴量を利用して 5moments 行動を推測し、30 秒という時間で定義したものが妥当かどうか検討したい。

実際の臨床現場では手指衛生のコンプライアンス状況が良い看護師でも、状況において手指衛生を実施する時、実施しない時があるなど、手指衛生の行動が異なるという報告がある¹¹⁾。看護師は臨床現場において、複数の患者を受け持ち、治療に必要な指示を時間通りに遂行し、同時並行で患者の生活のニーズにも素早く対応することが求められているため、看護師にとっては、手指衛生が必要な場面での前後の行動は一律ではなく、あらゆることに対応しながら業務を行っているからであると考え、そのような状況下になりやすい同室内ベッド間移動時の手指衛生コンプライアンスは高くなかったと考えられる。

直接観察法では 5 つのタイミングの中で「清潔／無菌操作の前」と「体液に暴露された可能性がある場合」のモニタリングを行う場合にはベッドサイドで行動観察を行う必要があり、見られているというバイアス効果が働くため、モニタリングが困難な場合が多いとの報告がある¹²⁾。しかし、IoT でのモニタリング手法の場合はバイアスの影響は受けずに自動でモニタリングすることが可能であった。

ICT (Information and Communication Technology) を用いたその他の手指衛生モニタリング手法として、RFID (radio frequency identifier) やビデオカメラを用いた画像処理による手法もあるが、我々は、直接観察法の代替として手指衛生実施タイミングが必要で、そのためには位置情報が重要であると考えた。その際、測位精度がベッド単位毎だと、以前行った研究の地磁気を用いた位置測位精度は約 3m だったが⁹⁾、今回は手指衛生タイミングまで必要であるため、より高い位置測位精度が必要であり、測位精度約 30cm の高精度位置測位技術を用いた。

IoT デバイスを用いた手指衛生モニタリング手法は、感染の水平伝播抑止に有効で感染対策にも寄与する可能性もあり、従来のモニタリング法である直接観察法のスクリーニングの一つとなり得ると考えられる。

6. 結論

本検証により、IoT 屋内位置測位技術を活用した手指衛生モニタリングは定常的に観察することができ、感染対策に寄与する可能性を示すことができた。

謝辞

本研究は、令和 3 年度総務省の戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE)・社会展開指向型研究開発 (JP201606001)「プレゼンティズムを予防し地域の看護師が持続して働きやすい環境づくりをIoTで実現する」の委託を受けたものです。

本研究は、科研費 (20H01156) の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) Boyce JM, Pittet D: Guideline for hand hygiene in health-care settings. Recommendations of the health-care infection control practices advisory committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force. MMWR Recomm Rep 2002; 25(51):1-45.
- 2) Luangsanatip, Nantasit, et al. "Comparative efficacy of interventions to promote hand hygiene in hospital: systematic review and network meta-analysis." *bmj* 351 (2015): h3728.
- 3) WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241597906_eng.pdf. accessed 2021.
- 4) COSGROVE, Sara E., et al. Comparison of mortality associated with methicillin-resistant and methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* bacteremia: a meta-analysis. *Clinical infectious diseases*, 2003, 36.1: 53-59.
- 5) Pittet, Didier, et al. "Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene." *The Lancet* 356.9238 (2000): 1307-1312. [<http://bama.ua.edu/~jhooper/> (cited 2007-Feb-23)].
- 6) Larson, Elaine. "Monitoring hand hygiene: Meaningless, harmful, or helpful?." *American journal of infection control* 41.5 (2013): S42-S45.
- 7) Tejada, Claudia Jarrin, and Gonzalo Bearman. "Hand hygiene compliance monitoring: the state of the art." *Current infectious disease reports* 17.4 (2015): 16.
- 8) Erasmus, Vicki, et al. "Systematic review of studies on compliance with hand hygiene guidelines in hospital care." *Infection Control & Hospital Epidemiology* 31.3 (2010): 283-294.
- 9) Keiko Yamashita, Shintaro Oyama, Tomohiro Otani, Satoshi Yamashita, Taiki Furukawa, Daisuke Kobayashi, Kikue Sato, Aki Sugano, Chiaki Funada, Kensaku Mori, Naoki Ishiguro, Yoshimune Shiratori, Smart Hospital Infrastructure: Geomagnetic In-Hospital Medical Worker Tracking, *Journal of the American Medical Informatics Association*, 2021, 28.3: 477-486.
- 10) 公益社団法人 日本医師会, "新型コロナウイルス感染症時代の避難所マニュアル 第 1 版 2020 年 6 月 17 日", https://www.med.or.jp/dl-med/kansen/novel_corona/saigai_shelter_manual.pdf (Japan Medical Association)
- 11) Fuller, Chris, et al. Application of a theoretical framework for behavior change to hospital workers' real-time explanations for noncompliance with hand hygiene guidelines. *American journal of infection control*, 2014, 42.2: 106-110.
- 12) Sunkesula, Venkata CK, et al. Comparison of hand hygiene monitoring using the 5 Moments for Hand Hygiene method versus a wash in-wash out method. *American journal of infection control*, 2015, 43.1: 16-19.