

公募シンポジウム

シンポジウム1

次世代型病院における電波利用

2021年11月19日(金) 09:10 ~ 11:10 H会場 (2号館3階234)

[2-H-1-02] IoTを用いた手指衛生モニタリングシステムのフィードバックと感染予防への効果

Feedback of hand hygiene monitoring system using IoT and effect on infection prevention.

*出野 義則^{1,3}、山下 芳範²、室井 洋子⁵、松山 千夏²、飛田 征男²、山下 佳子³、大山 慎太郎³、重見 博子⁴、坂本 祐二¹、岩崎 博道² (1. 株式会社ケアコム、2. 福井大学医学部附属病院、3. 名古屋大学医学部附属病院、4. 京都府立医科大学、5. 坂井市立三国病院)

*Yoshinori Idneo^{1,3}, Yoshinori Yamashita², Yoko Muroi⁵, Chinatsu Matsuyama², Yukio Hida², Keiko Yamashita³, Shintaro Oyama³, Hiroko Shigemi⁴, Yuji Sakamoto¹, Hiromichi Iwasaki² (1. CARECOM CO., LTD., 2. University of FUKUI Hospital, 3. Nagoya University Hospital, 4. Kyoto Prefectural University of Medicine, 5. Sakai Municipal Mikuni Hospital)

キーワード：IoT, Infection control, hand hygiene, electronic monitoring system, 5 moments

[背景]

WHOの標準感染予防対策を遵守し、病原体の院内拡散を防ぐことは医療関連感染の予防に重要である。しかし、感染予防対策の1つである手指衛生（H.H.）は、職種や経験や勤務時間帯で確認すると、遵守状況にバラツキがあり十分とは言えない。個人防護具（PPE）の使用についても同様である。

[目的]

院内感染予防対策は直接観察法や間接観察法にて評価が実施されている。前者はホーソン効果が働き、後者は使用者の特定が困難で、正確に医療従事者の現状把握ができない。この課題解決に、電波を用いるIoT(Internet of Things)にてPPEの使用とH.H.の実施を常時モニタリングし、その結果をフィードバックすることでH.H.の実施とPPE使用の遵守向上を目指した。

[方法]

消化器外科病棟とICUに手指衛生モニタリングシステムを設置し、医師、看護師、薬剤師、理学療法士、補助者と消毒剤、液体石鹸、車椅子、PCカート、処置カートにIoTを装着し、屋内位置測定とH.H.の実施と看護行動認識を行い、データの可視化と個人別感染予防状況、職種別感染予防状況、機械学習による看護師行動を評価した。

[結果]

手指衛生モニタリングシステムをICUで稼働させる前後で、手指衛生消毒剤の払出量を比較すると1.79倍、流水を含めた患者当たりの手指衛生回数は1.5倍に達した。手指衛生モニタリング中の6ヶ月間は、実施率が継続し回帰することはなかった。入室は患者接触前、退室は患者接触後と患者周辺の物に触れた後の機会とし、水平伝播のリスクが確認できた。看護師行動から手指衛生が必要なタイミングの把握（清潔操作の前、体液に曝露した可能性の後）が可能となり、WHO 5 モーメント毎の遵守率評価が可能になると示唆された。

Abstract:

It is no doubt that it is important to comply with hand hygiene and proper use of personal protective equipment accordance to the WHO's hand hygiene guidelines for infection prevention measures in hospitals. The previous study found that the adherence status of hand hygiene was extremely low at entering and leaving the patient zones indicating the infection transmission was not sufficiently blocked at University of Fukui Hospital and Nagoya University Hospital.

In this study, the validity of the IoT hand hygiene monitoring system with the additional functions, the real-

time feedback and the assist feedback, verified for improvement in the adherence status of hand hygiene at observation points defined by WHO. The findings were the visualized adherence status in public provided by the real-time feedback and individual warning alerts to smartphones from the assist feedback were sufficiently useful to increase the adherence status.

It was not easy to assess the WHO's 5-moments hand hygiene adherence status. However, this study showed the high possibility of evaluation by this system, before touching a patient, before clean/aseptic procedures, after body fluid exposure/risk, after touching a patient, and after touching patient surroundings. It might be concluded that this IoT hand hygiene monitoring system was sufficiently effective to improve the adherence status.

IoTを用いた手指衛生モニタリングシステムのフィードバックと感染予防への効果

出野義則^{*1*3}、山下芳範^{*2}、室井洋子^{*5}、松山千夏^{*2}、飛田征男^{*2}、坂本祐二^{*1}、山下佳子^{*3}、大山慎太郎^{*3}、
重見博子^{*4}、岩崎博道^{*2}

*1 株式会社ケアコム、*2 福井大学医学部附属病院、*3 名古屋大学医学部附属病院
*4 京都府立医科大学、*5 坂井市立三国病院

Feedback of hand hygiene monitoring system using IoT and effect on infection prevention

Yoshinori Ideno^{*1*3}, Yoshinori Yamashita^{*2}, Yoko Muroi^{*5}, Chinatsu Matsuyama^{*2}, Yukio Hida^{*2}
Yuji Sakamoto^{*1}, Keiko Yamashita^{*3}, Shintaro Oyama^{*3}, Hiroko Sigemi^{*4}, Hiromichi Iwasaki^{*2}

*1 Carecom Co.Ltd., *2 University of FUKUI Hospital, *3 Nagoya University Hospital,
*4 Kyoto Prefectural University of Medicine, *5 Sakai Municipal Mikuni Hospital

Abstract

It is no doubt that it is important to comply with hand hygiene and proper use of personal protective equipment accordance to the WHO's hand hygiene guidelines for infection prevention measures in hospitals. The previous study found that the adherence status of hand hygiene was extremely low at entering and leaving the patient zones indicating the infection transmission was not sufficiently blocked at University of Fukui Hospital and Nagoya University Hospital.

In this study, the validity of the IoT hand hygiene monitoring system with the additional functions, the real-time feedback and the assist feedback, verified for improvement in the adherence status of hand hygiene at observation points defined by WHO. The findings were the visualized adherence status in public provided by the real-time feedback and individual warning alerts to smartphones from the assist feedback were sufficiently useful to increase the adherence status.

It was not easy to assess the WHO's 5-moments hand hygiene adherence status. However, this study showed the high possibility of evaluation by this system, before touching a patient, before clean/aseptic procedures, after body fluid exposure/risk, after touching a patient, and after touching patient surroundings. It might be concluded that this IoT hand hygiene monitoring system was sufficiently effective to improve the adherence status.

Keywords: IoT, Infection control, hand hygiene, electronic monitoring system , 5 moments

1. 緒論 (Introduction)

医療関連感染の予防に最も効果的な対策は、多くの医療従事者を対象とする手指衛生である。WHO は手指衛生ガイドライン¹⁾を公開し、手指衛生による患者安全へのメリットとリスクを詳細に示し、医療従事者に手指衛生の必要性和重要性を伝えている。

具体的には、5 モーメントの手指衛生遵守²⁾であり、

- ①患者に触れる前
- ②清潔・無菌操作の前
- ③体液に曝露した後
- ④患者に触れた後
- ⑤患者周辺の物に触れた後

のタイミング全てに、正しい手順で適切に手指衛生を行い、病原体を手指から除き、清潔にすることである。

手指衛生遵守による医療関連感染の予防効果は、多くの論文で報告がされ、エビデンスやメリットは明らかである³⁾。

従って、医療従事者へ定期的な教育や間接観察法又はゴールドスタンダードと位置付けられている直接観察法を用いて、手指衛生の遵守向上に取り組んできた。しかし、医師や他の医療従事者から期待した結果は得られていない。

集中治療を担うケアユニットや外科手術など、高度医療を提供する病棟で、医療関連感染の報告が数多くある⁴⁾。

2018 年に開催された日本環境感染学会でも手指衛生遵守率の全国平均は 38%と発表され、感染予防対策の基本で

ある手指衛生は、十分と言える状況にないことが確認された。

2050 年に薬剤耐性菌による死者は、全世界で 1,000 万人に達し、ガンを抜いて死因のトップになると WHO は警鐘を鳴らしている⁵⁾。

これを受け、我が国は 2016 年 4 月に薬剤耐性 (AMR) 対策アクションプラン⁶⁾を感染症対策関係閣僚会議で閣議決定し、医療にも抗菌薬の適正な使用を強く求めている。

我が国の耐性菌の出現率は北欧諸国に比べ高い傾向を示している⁸⁾。

これらの状況を踏まえ、手指衛生遵守率をさらに向上させ医療関連感染を予防するには、従来からの間接観察法と直接観察法を補完する追加的観察手法の開発が必要である。

それは、ICT や自動化技術を活用して、医療従事者の負担を増やすことなく、

- ・手指衛生遵守率向上
- ・手指衛生遵守の継続

をシステムで支援し、医療関連感染を予防へと導くことである。

我々は、総務省戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE) の委託を受け、その研究開発と社会実装を進めている。

2. 目的 (Objective)

医療関連感染の重要な原因菌である MRSA をはじめとする多剤耐性菌は、抗菌薬の適正管理と適切な手指衛生が重要であり、手指衛生の間接観察法と直接観察法の 2 法で行う

が、いずれも医療従事者の負担が多いため、我々は手指衛生剤の利用と医療従事者の位置をセンシングし、IoT 技術により自動で遵守率をモニタリングする手法を開発した。

さらに本研究において、医療従事者の手指衛生行動に接触経路に基づいた環境培養を組み合わせた水平伝播状況の実態調査を行い、医療従事者のコンプライアンス向上のため2種類のフィードバックを活用し、その有効性を検証した。

3. 方法(Material and Methods)

3.1 手指衛生モニタリングシステム

手指衛生モニタリングシステム(以下、HHMS と記す。HHMS: hand hygiene monitering system)は、2017年4月からA大学医学部附属病院のICU(10床)と消化器外科病棟(48床)で⁹⁾、2018年9月からB大学医学部附属病院の整形外科病棟(52床)にて¹⁰⁾、有効性の検証を行った。

その方法は、手指消毒剤と手指衛生剤と医療従事者にBluetooth信号を発信するIoT(図1)を使用し、医療従事者の位置と、手指消毒剤と手指衛生剤の操作をセンシングし、即時データ解析を行った。これらをHHMS(図2)が全て担う。



図1 IoT(左からポンプ用、ディスペンサ用、3次元用)



図2 HHMSの構成図

屋内位置測定はアレーアンテナを内蔵したLocatorを天井に設置しAoA(電波到来方向検知)機能と200ms間隔で発振するIoTの位置信号から座標(X,Y軸)を求め、ヒトやモノの屋内位置測定を行った。

IoTの床からの高さで位置精度に誤差が生じるが、Locatorを数多く設置し重要エリアは50cm以内の誤差範囲で屋内位置測定を行った。

手指衛生行動は、ポンプ上部の押圧に感応するIoTと掌による環境温度変化に感応するIoT(図1)を用いて、吐出と噴射をセンシングした。これらのIoTは、感応時に位置信号を発振することから、手指衛生行動が行なわれた場所の特定ができる。

使用者の特定は、個人用手指消毒剤を携帯する医療従

事者は事前に登録する方法で、据え置き手指消毒剤は同一エリア内の最も近傍に居た医療従事者に紐づけした。

医師及び薬剤師は職員用IoTを左胸の名札に付け、看護師と理学療法士と補助者は、個人に紐づけされた手指消毒剤を腰の位置に携帯した。



図3 消化器外科病棟での屋内位置測定

図3は各IoTの屋内位置を示している。IoTの種類で色分けし、緑●は医師、赤●は看護師の屋内位置である。

3.2 間接観察法

院内物流管理システム(以下、「SPD」と記す)の2020年度ICU消毒剤払出データを用いて、手指衛生の状況を簡易な間接観察法で評価し、HHMSの結果と比較した。

間接観察法では、ICUで頻回に行われる流水を用いた手洗いの評価はできなかった。従って、補充はアルコール消毒剤を用いた手指衛生に限定して行った。

消毒剤の払い出し量の単位はmlで、消毒ポンプの押切操作にて1.0~1.3mlが吐出される。250mlのポンプ容器の場合、1回の操作で1.0mlを吐出するとして、250回の手指衛生回数に換算した。

3.3 直接観察法

直接観察法によるホーン効果の影響度(バイアス)を測定し、周知しておくことは手指衛生の実態評価に重要である。従って、消化器外科病棟の看護師の内の10名を対象に、日勤帯の午前中と午後の3時間、合計6時間の直接観察を各看護師に行った。通常、日勤帯看護師は16時から記録が主な作業になることから、直接観察は16時までとした。

直接観察の内容は、日時、医療行為、ベッドNO、手指衛生である。

ホーン効果の評価方法は、各被観察者に対し直接観察した日の手指衛生実施率¹⁾と、HHMSで得た6ヶ月間のアベレージ実施率と、6ヶ月間の中で最大値を示した日の実施率で行った。

3.4 リアルタイム・フィードバック

図4に消化器外科病棟で行った、リアルタイム・フィードバックの画面を例示する。

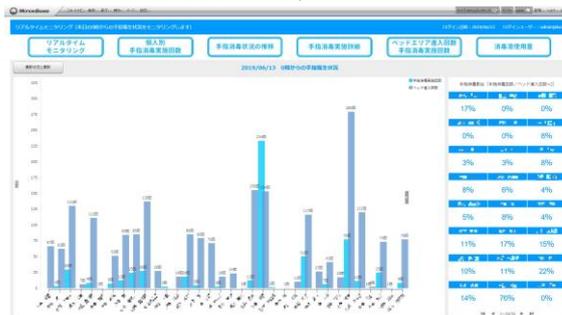


図4 リアルタイム・フィードバック画面

¹⁾ 実施率=手指衛生回数/患者エリア進入回数×100で求めた値

リアルタイム・フィードバックは、スタッフステーション天吊り表示用モニターに、当日 0 時から現在時刻までのデータを対象とし、患者エリア²への進入回数と手指衛生回数をグラフで、実施率を数値で、表示し対象者全員を 1 画面に収め、5 分間隔で自動更新した。

ICU では 2020 年 6 月から 11 月の 6 ヶ月間、消化器外科病棟では 2019 年 7 月から 11 月の 5 ヶ月間、リアルタイム・フィードバックを継続した。

3.5 アシスト・フィードバック

アシスト・フィードバック (図 5) は、消化器外科病棟の看護師の内の 10 名を対象に、手指衛生をせず患者エリアへ進入した場合、その看護師が携帯するスマートフォンへ電子音 (5 秒間) と振動 (5 秒間) で手指衛生をアシストした。アシストする 5 モーメントのタイミングは、「患者に触れる前」に該当する。

21 時から翌朝 8 時は電子音を停止し、入院患者の睡眠に配慮した。さらに、検査予定時刻の連絡など 5 モーメントに含まれない患者エリアへの進入、患者の転倒を防ぐため介助しながら患者エリアへ進入、定時巡回の際など、手指衛生が困難なケース或は不要なケースに一時停止できるように、スマートフォンにアシスト ON/OFF ボタンを設け、看護師の判断で OFF にできるようにした。

患者エリア進入時の手指衛生とは、通路エリアの 30 秒前から患者エリア進入後の 7 秒間とした。

廊下は歩きながら、扉が閉まっている個室は、ドアノブやカーテンに触れて患者エリアへ進入し、その後手指衛生を実施すると考え、患者エリア進入後に 7 秒間の余裕を設けた。



図 5 アシスト・フィードバック

3.6 環境調査

HHMS にて ICU 及び消化器外科病棟へ常時モニタリングとフィードバックを行い、手指衛生の向上による環境への影響を調査した。

調査方法は、細菌培養にて接触経路の菌量を手指衛生モニタリング前とモニタリング中で比較した。

接触経路は、ドアノブ、PC 用キーボードの複数箇所を調査点とし、朝昼夕 1 日 3 回検体採取をした。ドアノブは医療従事者以外も触れる、キーボードは看護師しか触れない PC と医師しか触れない PC を定点観測の対象にした。

4. 結果 (Result)

4.1 HHMS の結果

HHMS の検証対象範囲を図 6 に示す。

IoT 観察内容	フィードバック無し		フィードバック有り		医師	看護師	薬剤師	理学療法士	補助者	ベッド数
	2017年	2018年	2019年	2020年						
ICU	○			○	n=23	n=39		n=2	n=1	10
消化器外科病棟		○	○		n=22	n=38	n=2		n=4	48

図 6 HHMS の検証範囲

² 患者エリアは、個室の場合は病室内、多床室はカーテンの内側

図 7 図に使用機材を示す。

No	機材名	ICU	消化器外科病棟
1	Locator (台)	29	46
2	携帯消毒剤用IoT (個)	40	37
3	配置消毒剤IoT (個)	25	40
4	カート用消毒剤IoT (個)	10	15
5	ディスペンサー用IoT (個)	20	16
6	職員用IoT (個)	25	20
7	車椅子用IoT (個)	—	6

図 7 使用機材一覧

図 8 に ICU での HHMS の結果を実施率で示す。

項目	2017年			2020年				
	8月	9月	10月	7月	8月	9月	10月	11月
麻酔科医師	13.8	11.6	12.1	71.2	74.7	59.0	62.5	49.9
心臓外科医師	14.2	12.4	16.9	42.0	51.9	50.1	38.0	37.5
循環器内科医師	13.0	14.6	24.6	28.9	40.1	52.2	65.4	32.4
消化器外科医師	—	—	—	29.5	34.8	22.6	41.5	30.3
看護師	23.0	19.0	21.9	56.0	59.0	56.7	62.0	60.7
理学療法士	22.8	13.7	17.3	57.5	53.7	56.8	57.0	42.7
補助者	124.7	96.6	124.7	202.5	226.4	244.8	274.4	271.3

図 8 ICU での IoT 観察法の結果 (フィードバック有無で比較)

図 9 に ICU 患者の 1 日当りの手指衛生回数を示す。

項目	2020年	6月	7月	8月	9月	10月	11月
ICU患者数	246	215	233	209	234	160	
手指衛生回数	24,553	30,866	36,949	32,241	39,549	26,128	
患者当たりの手指衛生回数	99.8	143.6	158.6	154.3	169.0	163.3	

図 9 ICU での患者当りの手指衛生回数

図 10 に消化器外科病棟での HHMS の結果を実施率と患者の 1 日当たり手指衛生回数を示す。

項目	2018年			2019年						
	7月	8月	9月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	
入院患者数	1,364	1,364	1,295	1,365	1,383	1,421	1,358	1,395	1,299	
手指衛生回数	18,048	22,856	21,686	19,999	23,965	22,578	19,350	18,942	15,632	
1患者回数	13.2	16.8	16.7	14.7	17.3	15.9	14.2	13.6	12.0	
医師実施率	4.5	7.4	5.6	23.0	23.8	13.1	13.1	16.7	13.7	
薬剤師実施率	10.2	32.4	14.5	104.4	91.2	114.5	109.2	117.1	88.0	
看護師実施率	32.0	32.3	32.1	47.0	66.3	55.3	54.0	55.9	51.3	
補助者実施率	10.3	13.3	11.4	16.5	21.6	28.6	26.6	29.2	22.9	

図 10 消化器外科病棟での IoT 観察法の結果 (フィードバック有無で比較)

図 1 に示す IoT にて、5W1H (いつ、何処で、誰が、何を、なぜ、どのように) の手指衛生が観察できた。

HHMS で補完できる点は、

- ・ 24 時間 365 日連続して手指衛生の観察ができる。
- ・ 同時に、部署全員の手指衛生の観察ができる。
- ・ 携帯するポンプ式手指消毒剤の観察ができる。
- ・ オートディスペンサの観察ができる。

で、アルコールや流水を用いる全ての手指衛生をモニタリングできることを確認した。

4.2 間接観察法の結果

図 11 は SPD の ICU への手指消毒剤払出量 (単位: ml) を月次集計した結果と患者当りの 1 日使用量である。7 月から 11 月の払出量は 153,240 ml、HHMS の手指衛生回数は 157,984 回 (アルコール消毒剤を用いた手指衛生) を確認した。

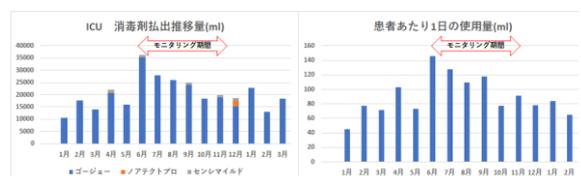


図 11 ICU 消毒剤払出量の推移 (SPD のデータにて作成)

モニタリング前とモニタリング中の2群に分けて手指消毒剤の払出量を比較すると、モニタリング中はモニタリング前に比べ1.79倍であった。

図12はHHMSで得たアルコール消毒剤の使用状況である。対策の効果測定や傾向を見極めるのに有効である。

2020年	6月	7月	8月	9月	10月	11月
アルコール消毒剤使用回数	26,842	23,924	27,889	25,144	31,462	22,723
ベッド領域進入回数 ^{注1)}	67,324	34,155	36,324	34,410	40,450	27,832
アルコール消毒の実施率	39.9	70.0	76.8	73.1	77.8	81.6

注1) 6月のベッド領域進入回数は、病室進入回数である。

図12 HHMSで得たアルコール消毒剤の使用状況

4.3 直接観察法の結果

図13の直接観察は、消化器外科病棟の看護師の内の10名に対し6時間(午前3時間、午後3時間)の直接観察を実施した日の手指衛生実施率である。アベレージはHHMSで測定した6ヶ月間の平均実施率、最大値はHHMSで測定した6ヶ月間の中で最も高い値を示した日の実施率である。

看護師	手指衛生実施率		
	直接観察	アベレージ	最大値
A看護師	260.5	73.5	183.9
B看護師	177.1	48.3	203.9
C看護師	124.2	60.6	226.7
D看護師	47.3	66.3	144.8
E看護師	142.9	63.7	227.3
F看護師	132.7	47.2	111.8
G看護師	94.6	68.8	126.6
H看護師	71.2	32.4	87.0
I看護師	118.5	88.7	146.2
J看護師	80.5	90.7	195.5

図13 手指衛生直接観察の結果

4.4 リアルタイム・フィードバックの結果

図14は消化器外科病棟で7月5日からリアルタイム・フィードバックを開始し、開始直後に看護師に与えた影響を手指衛生実施率で示した。

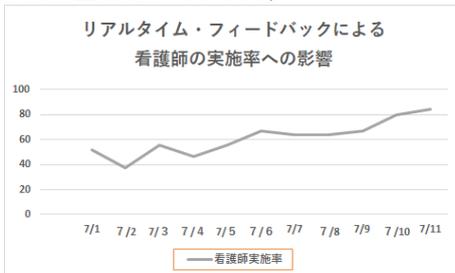


図14 リアルタイム・フィードバックの影響(開始直後)

7月2日の手指衛生実施率は37.6%、1週間後の7月9日の手指衛生実施率は66.7%で1.77倍を示し、7月11日は84.5%で2.25倍を示した。図8、図10にICUと消化器外科病棟の長期的結果を、職種別に手指衛生実施率で示す。

4.5 アシスト・フィードバックの結果

図15は、消化器外科病棟で患者エリア進入時に手指衛生がなく、アシスト・フィードバックをした件数である。11日間の平均値は24.6回で、看護師②⑥⑧は平均値を大きく上回り、アシスト・フィードバックの頻度が高かった。

消化器外科病棟は、PNSで看護が提供されており、ラウンドにおいて記録を担当する看護師は、5モーメントの「患者に触れる前」に該当しない患者エリアへの進入が多い。

No	氏名	アシスト回数										合計	
		8/9	8/10	8/11	8/12	8/13	8/14	8/15	8/16	8/17	8/18		8/19
1	看護師①			4		5				5	2	10	16
2	看護師②		12				6	19			3	1	40
3	看護師③		2	1	6								9
4	看護師④	1		2			1		1	9		2	14
5	看護師⑤		1							4			15
6	看護師⑥	12					1	3	4	20		1	41
7	看護師⑦		1	3	11								15
8	看護師⑧	2	9		2	1	4	23			4	1	45
9	看護師⑨		4	1	13					11	4	18	33
10	看護師⑩	2	8								7	1	24
	アシスト件数	17	37	11	32	7	14	50	21	42	15	56	246

図15 患者エリア進入時のアシスト・フィードバック結果

4.6 環境調査結果

ICUでモニタリング前の2020年5月と、モニタリング中の8月に同じ箇所、同じ曜日、同じ時間帯に環境表面から検体採取を行い、細菌培養検査にて得た菌種・菌数から菌量にして比較した(図16)。

8月の菌量は明らかに減少を示した。医師が使用するPCも改善したが、他の観測点と比べ効果は少ない。

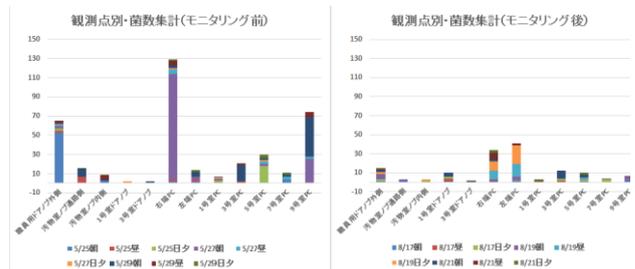


図16 ICU環境調査結果

同様に消化器外科病棟でモニタリング前の2019年4月とモニタリング中の7月を比較した(図17)。

ドアノブの菌量は減少し、PCカートは1台を除き改善が認められた。医師用PCは改善が認められなかった。

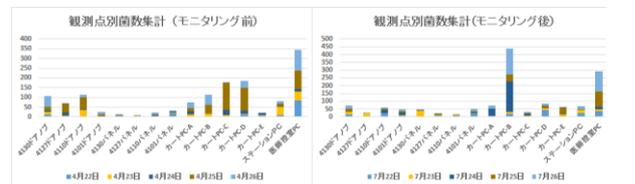


図17 消化器外科病棟環境調査結果

5 考察(Discussion)

5.1 HHMSの評価

図8に示すICUの2017年10月の実施率(麻酔科12.1%、心臓外科16.9%、循環器内科24.6%、看護師21.9%、理学療法士17.3%、補助者124.7%)は、当時のICUの手指衛生の実態を示している¹¹⁾と推察できる。

上記実施率は進入時を母数としており、進入時と退出時に手指衛生が必須だとすれば、遵守率=実施率×1/2でベンチマークの評価に利用できる。

ICUでは補助者以外、日本環境感染学会で報告された手指衛生遵守率の全国平均値を下回っており、院内感染予防対策が十分と言えない。

HHMSを用いてフィードバックなど介入を一定期間実施しなければ、医療従事者の現状をより正確に把握でき、課題をデータや数値で示すことができると考えられる。

図10に示す消化器外科病棟の2018年の9月の実施率(医師5.6%、薬剤師14.5%、看護師32.1%、補助者11.4%)

は、消化器外科病棟の職種別手指衛生の実態を示している¹¹⁾と推察できる。

その結果は非常に低い値であった。患者の治療責任を担う医師の手指衛生実施率は、4.5~7.4%と他の職種に比べ低い値を示した。

看護師は 32%で安定しており十分とは言えないが ICT (Infection Control Team) 活動やチーム別消毒剤使用量の間接観察法の実施や定期的に行われる直接観察など、日常の手指衛生向上への取り組み結果だと推察される。

HHMS は、収集したデータを職種別や個人単位や時間帯や曜日別に加工して活用でき、間接観察法や直接観察法の結果に対し、補完ができると考えられる。

改善が必要と思われる医師に対し、IoT を携帯するのみにて、その医師の手指衛生の実態把握が可能となる。このデータを共有し、緊急時や忙しい状況下にコンプライアンスを遵守する対策と対策後の評価が HHMS で可能になると考える。

5.2 間接観察法の評価

図 11 と図 12 の比較から ICU において SPD の払出データを用いた間接観察法は、誤った評価となる危険性が含まれていることが明らかとなった。

HHMS のデータ (図 12) は、7月から11月の実施率に大きな変動はない。しかし、図 11 は6月をピークに月次払出量は減少を示し、患者当りの1日使用量も同様で、両者間に矛盾がある。

①SPD を有効活用する場合、払出はジャストインタイムを基本とし、部署在庫を極力減らす。

②患者数や重症患者を考慮に加えた評価に改める。

③払出量ではなく可能であれば消費量の評価に改める。などを取り入れ、誤った評価を避ける工夫が必要である。

HHMS のデータは、日や週や月など期間を指定して利用できる。SPD 払出データは、長期的な傾向の評価に適している。

5.3 直接観察法の評価

図 13 から消化器外科病棟の直接観察法は、ホーソン効果が働き、そのバイアスは 1.3~3.6 倍の範囲で 80%の看護師の結果が上方向へ振れることが明らかとなった。

今回は 6 時間連続して調査する直接観察法であり、通常行われる 30 分間の直接観察だと、より強くホーソン効果が現れる可能性がある。

WHO はバイアスが働かないように被調査者に直接観察されていることを知られない方法で実施するのが望ましいと伝えている。

ホーソン効果の影響を少なくするために、ビデオカメラで撮影しその映像を解析する方法もあるが、患者のプライバシー保護、映像解析技術、死角の存在、膨大なデータ量、システム構築費用などに課題も多い。

図 13 の直接観察とアベレージは、有意差 ($p=0.0067$) が認められた。直接観察において A 看護師と F 看護師は 6 ヶ月間の最大値を超えることから、最大値以上のパフォーマンスを 2 名の看護師は有していると考えられる。

D 看護師と J 看護師は、直接観察に影響を受けず、ほぼ普段通り行動をしている。10 名中 8 名はアベレージ以上を示し、ホーソン効果が現れた。

ゴールドスタンダードの直接観察法を、感染リスクの評価に利用する際は、注意が必要である。手指衛生が遵守されていると誤った評価を下す恐れがある。正しくは、直

接観察した時は、手指衛生が遵守されていたと評価することが重要で、その後を観察することがより重要である。

HHMS の結果から、直接観察する候補者リストの作成や、直接観察の効果の継続評価に HHMS は有用だと考えられる。

5.4 リアルタイム・フィードバックの評価

ICU でフィードバックを一切していない 2017 年とリアルタイム・フィードバックを行った 2020 年に有意差 (麻酔科 $p=0.0029$, 心臓外科 $p=0.014$, 循環器内科 $p=0.006$, 看護師 $p=0.00048$, 理学療法士 $p=0.00049$, 補助者 $p=0.0068$) が認められた。

消化器外科病棟においてもフィードバックを一切していない 2018 年とリアルタイム・フィードバックを行った 2019 年に看護師と薬剤師と補助者は有意差 (看護師 $p=0.011$, 薬剤師 $p=0.001$, 補助者 $p=0.0045$) が認められた。スタッフステーションに滞在が少ない医師に有意差 (医師 $p=0.063$) は認められなかった。

さらに、リアルタイム・フィードバックは、手指衛生の遵守率が向上しピークに達するまでに 2~3 ヶ月の期間が必要と読み取れる。また、遵守率が向上するとその状態が長期間持続し、すぐに以前の状態へ回帰しないと示唆された。

5.5 アシスト・フィードバックの評価

アシスト・フィードバックは 5 モーメントのタイミングに手指の清潔度が保たれていない時、アシストするのが本来の目的である。しかし、今回は 5 モーメントのタイミングの 1 つである「患者に触れる前」のみアシストの対象とした。

アシスト通知結果を 10 名の看護師にヒアリングで確認すると、

- ・うっかりし、必要な手指衛生を忘れることがある。その予防に効果的である。特に、忙しい時や緊急入院時など期待できる。
- ・アシストに気付かず、パートナ看護師や患者から鳴ってるよ！と指摘を受けた。
- ・スマートフォンのアシストスイッチを OFF から ON に戻すのを忘れる。
- ・アシストのタイミングが不確実で、ラウンド中にナースコール対応で中断する場合など戸惑う。

などの意見や感想が聴けた。

図 15 は水平伝播リスクと読み変えることができる。B 看護師 F 看護師 H 看護師 I 看護師の 4 名は、アシスト回数が多く他の看護師と比べ、高いリスク値を示していた。

アシスト・フィードバックは 5 モーメント全てのタイミングに対し、適切にアシストするよう、今後検討が必要である。医療の質向上と安全を重視し、自動車の自動運転に匹敵するアシストが望ましい。また、患者が参加できる仕組みも含め、研究開発を進める。

消化器外科病棟で気になることとして、PNS において 1 台の PC を互いに操作することがある。ラウンドにおいて記録の入力を受け持つ看護師と、指示や過去の記録を確認しながらラウンドを進める看護師が 1 台の PC に触れる。

看護の質の向上を目標とする PNS に、感染リスクが含まれており、改善が必要である。

PC のキーボードやマウスは 4.6 環境調査結果で示す通り、危険な菌種や菌数が多い。PC に触れる前と触れた後

に手指衛生を実施すれば、この課題は解決できるが、音声などを使い、PCに触れない方法でPC操作ができると手指衛生遵守向上に寄与できる。

5.6 環境調査結果の評価

図16のICUの結果と図17の消化器外科病棟の結果から医療従事者の手指の清潔度が向上すると、伝播経路の遮断が進み、これにより環境の汚染も進まないことが確認できた。

ICUでは忙しい状況下（緊急手術や急な重症患者の受け入れなど）において、伝播経路の遮断が不十分となり、院内感染リスクが上昇すると予想される。

従って、ICUでは業務開始前に環境清掃を行い、汚染された環境をとり除けば、伝播経路を再び遮断でき、感染リスクを低減させる対策として有効と判断された。

手指衛生の実施率が低い消化器外科病棟の医師が用いるPCのキーボードは、菌量が多く院内感染の伝播経路になるリスクが高い。

消化器外科病棟で4月と7月に実施した朝昼夕の環境表面細菌培養検査の比較は、手指衛生モニタリング前の4月4日の総菌種が101で総菌数が858、モニタリング中の7月26日の総菌種が60で総菌数が425であった。この比較結果から、手指衛生が向上すると環境汚染の防止に効果を与えると確認ができた。

6 結論(Conclusion)

6.1 ICUモニタリングの結論

- IoTによる手指衛生モニタリングは、間接観察法や直接観察法観察法の欠ける点を補う新たな観察法で、常時観察が可能である。
- リアルタイム・フィードバックは、手指衛生遵守率を向上させ、自然回帰を防ぎ、伝播経路の遮断が続く。これにより環境汚染も抑制され、院内感染リスクを低減させる。

6.2 消化器外科病棟モニタリングの結論

- 一般病棟で水平伝播の防止に、IoTを活用した手指衛生モニタリングを行い、患者エリア進入/退出時の手指衛生遵守で、伝播経路を遮断するのが有効である。
- PCのキーボードやマウスは、医療従事者の手で汚染され、院内感染リスクが高い場所と確認された。PC操作前と後に手指衛生が必要である。スマートフォンやタブレットPCも同様であり、ICT化が進む我国に、**6モーメントを提案**する。
- 教育機能を有するアシスト・フィードバックは、患者の参加や使用するデバイスを含め、さらなる検討が必要である。

参考文献

- World Health Organization:
WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care: Switzerland:
WHO, 15 January 2009
[<https://www.who.int/publications/i/item/9789241597906>]
- Dr. Hammad ur Rehman Malik
WHO “My Five Moments for Hand Hygiene” Concept: Pakistan
[https://www.who.int/gpsc/tools/Manual_5_moments_Pakistan.pdf]
- ハンドハイジーン研究会

手指衛生関連エビデンス・総説

「<http://www.goodhandhygiene.jp/basic/evidence-2/>」

- 院内感染対策サーベイランス(JANIS)
集中治療室、新生児集中治療室での感染症発生率、手術手技ごとの手術部位感染発生率について集計
[https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00450123&result_page=1]
- WHO Antimicrobial resistance
[<https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/antimicrobial-resistance>]
- 厚生労働省健康局
薬剤耐性(AMR)に関する背景、国際社会の動向及び我が国における対応の現状について: 2015.12.24
Antimicrobial Resistance: Tackling a crisis for health and wealth of nations, the O'Neill Commission, UK, December 2014
[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kokusai_kansen/yakuzaitaisei/dai1/siryou2-1.pdf]
- 感染症対策関係閣僚会議
薬剤耐性(AMR)対策アクションプラン: 4,5,2016
[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kokusai_kansen/yakuzaitaisei/dai1/siryou2-1.pdf]
- World Health Organization:
Antimicrobial Resistance: Global report on Surveillance 2014, WHO
[<https://www.who.int/home/cms-decommissioning>]
- 山下芳範
院内IoT環境を利用した手指衛生管理
第23回日本医療情報学会 春季学術大会, 06,2019
- 大山慎太郎
IoTにより手指衛生使用量モニタリング法は代替可能か
第23回日本医療情報学会 春季学術大会, 06,2019
- Dinah Gould:
Electronic hand hygiene monitoring: accuracy, impact on the Hawthorne effect and efficiency: Journal of Infection Prevention, 2020, Vol. 21(4) 136–143:
[<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1757177420907999>]