

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20217823

· 论 著 ·

电子监测系统对医务人员手卫生依从性的影响

霍瑞婷^{1,2}, 孙 强^{1,2}, 韩 辉³

[1. 山东大学齐鲁医学院公共卫生学院卫生管理与政策研究中心, 山东 济南 250012; 2. 国家卫生健康委员会卫生经济与政策研究重点实验室(山东大学), 山东 济南 250012; 3. 山东大学齐鲁医院医务处, 山东 济南 250012]

[摘 要] **目的** 评价使用电子系统对医务人员手卫生依从性的影响。**方法** 采用“health care workers”、“electronic system”、“hand hygiene”, 以及“电子系统”和“手卫生”作为关键词, 从 Ovid、Web of Science、PubMed、Cochrane、CINAHL、ClinicalTrials. gov、知网和万方等网站检索, 分析电子系统对医务人员手卫生依从性的影响和可接受性。**结果** 检索到 2 736 篇文献, 最终纳入 13 篇。11 项结果表明, 使用电子监测系统可以改善手卫生依从性, 其中 9 个研究测得依从率增幅为 10%~45%, 2 个研究分别指出手卫生次数增多 16.28 次和洗手液用量增加 2.215 L; 其余 1 个研究显示依从率降低 3.6%, 1 个研究依从率基本没有变化。医务人员对电子系统产生抵抗心理的主要原因是侵犯隐私、影响健康和设备自身缺陷。**结论** 使用电子系统可以改善医务人员的手卫生依从性, 但要考虑电子系统可能带来的潜在影响, 未来应探索有效的实施方式, 改进电子系统缺陷, 更大程度上发挥作用。

[关 键 词] 电子手卫生监测系统; 手卫生; 效果; 系统综述

[中图分类号] R181.3[†]2

Impact of electronic monitoring system on hand hygiene compliance

HUO Rui-ting^{1,2}, SUN Qiang^{1,2}, HAN Hui³ (1. Centre for Health Management and Policy Research, School of Public Health, Cheeloo College of Medicine, Shandong University, Jinan 250012, China; 2. Key Lab of Health Economics and Policy Research [Shandong University], National Health Commission of the People's Republic of China, Jinan 250012, China; 3. Department of Medical Affair, Oilu Hospital of Shandong University, Jinan 250012, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the impact of application of electronic monitoring system (EMS) on hand hygiene (HH) compliance of health care workers (HCWs). **Methods** “Health care workers”, “electronic system”, and “hand hygiene” were used as key words, Ovid, Web of Science, PubMed, Cochrane, CINAHL, clinicaltrials. gov, China National Knowledge Infrastructure(CNKI), and Wangfang database were searched, effect and acceptability of EMS on HH compliance of HCWs were analyzed. **Results** 2 736 literatures were retrieved and 13 were included, 11 results showed that application of EMS could improve HH compliance, of which 9 studies detected an increase in the compliance rate ranging from 10% to 45%, 2 studies showed that the frequency of HH increased by 16.28 times and consumption of hand sanitizer increased by 2.215 liters respectively; the other study showed that the compliance rate decreased by 3.6%, and the compliance rate of one study basically did not change. The main reasons for HCWs' resistance to electronic system are infringement of privacy, impact on health and device defects. **Conclusion** Application of electronic system can improve the HH compliance of HCWs, but the potential impact of electronic system should be considered, in the future, effective implementation methods should be explored to correct the defects of electronic system and play a role to a greater extent.

[Key words] electronic hand hygiene monitoring system; hand hygiene; effect; systematic review

[收稿日期] 2021-06-22

[作者简介] 霍瑞婷(1993-), 女(汉族), 内蒙古包头市人, 硕士研究生, 主要从事公共卫生医院管理方向研究。

[通信作者] 韩辉 E-mail:18560085566@163.com

医院感染是全球公共卫生问题,对患者病死率、发病率和经济负担都会造成严重影响^[1]。据美国疾病控制与预防中心(CDC)统计,2011 年因医院感染死亡人数达 75 000 人^[2],每年与医院感染相关的花费达 98 亿美元^[3]。2016 年英国有 10 万例医院感染患者,支出的费用大约是 10 亿欧元^[4]。研究发现,医务人员手是外源性病原菌传播的重要媒介,约 30% 的医院感染是由医务人员手造成的^[5];改善手卫生是控制医院感染较为可行且有效的方法^[6]。

“直接观察法”是世界卫生组织认可的手卫生监测金标准,但是由于直接观察法需要较多的时间和人力等资源,而且结果易产生偏倚,难以获得真实的手卫生依从率。随着科技的不断发展,新兴的电子手卫生监测系统是准确获得医务人员手卫生依从性的潜在解决方案^[7-9],且两者监测结果差异不大,一致性达 90% 以上^[10-13]。已有文献显示,国内关于手卫生电子监测系统应用效果的研究比较缺乏。本文用系统综述的方法,研究国内外医疗机构使用电子监测系统对提高手卫生依从性的作用,为我国进一步实施电子手卫生监测系统提供依据,改善手卫生依从性。

1 资料与方法

1.1 纳入标准 本研究按照 Cochrane 综述的指导方法进行。(1) 纳入的研究对象:在医院工作的临床医务人员;(2) 纳入的干预措施:电子手卫生监测系统;(3) 研究类型:随机对照试验、非随机对照试验、间断时间序列研究、前后比较的类试验研究;(4) 研究中的电子监测系统是具备类似胸牌等可携带设备或者是电子手卫生记录设备;(5) 研究结果:手卫生依从性用依从率或医务人员手卫生次数或洗手液用量表示^[14]。手卫生依从率是指受调查的医务人员实际实施手卫生次数占同期调查中应实施手卫生次数的比例^[15],手卫生次数是医务人员在手卫生时机进行的洗手和手消毒的次数。电子系统能接收到感应器的信号,记录手卫生行为、洗手次数,洗手液用量可以通过实际监测获得。

1.2 排除标准 (1) 使用电子手卫生监测系统以外的电子培训(教育)系统;(2) 文献类型:综述、观点性文献、新闻、评论、书信以及仅提供摘要的文献。

1.3 检索方法 检索数据库包括 Ovid、Web of Science、PubMed、Cochrane、CINAHL、ClinicalTrials.gov、知网和万方等网站。时间为 1990 年至

2020 年 2 月。检索词包括研究对象、干预方式和手卫生行为三个组成部分。“health care workers”、“electronic system”和“hand hygiene”为英文关键词,“电子系统”和“手卫生”为中文关键词。

1.4 数据提取 数据提取由两名研究人员独立进行,提取的信息包括作者及出版年份、国家、研究目的、研究设计类型、研究地点、干预描述、文中指标和主要依从性结果。

1.5 偏倚风险评估 应用 ROBIS 风险评价工具进行偏倚风险评估。非随机对照试验研究评估内容包括:混杂因素,研究对象的选择,干预分类偏倚,失访数据处理,结局指标测量误差,选择报告偏倚。最终的评估结果分为五个等级,分别是低风险、中等风险、高风险、极高风险、无信息。低风险是原始研究的所有内容被判断为低偏倚;中等风险是原始研究所有内容被判断为低偏倚和中等偏倚;高风险是原始研究至少有一个内容被判断为高偏倚,但在其他内容中均无极高偏倚;极高风险是原始研究至少有一个内容被判断为极高偏倚;无信息是原始研究没有明确的信息表明是高偏倚或极高偏倚,并且在某个或多个重要的内容中缺乏信息。评估由两名研究人员独立进行,意见不一致时通过讨论解决。

1.6 数据分析和整合 因纳入的研究之间异质性较大,所以对不同的监测系统及其对手部卫生依从性的作用进行叙述性描述。

2 结果

2.1 文献筛选结果 在各个数据库中初步检索后,获得 2 736 篇文献,通过查重、阅读题目和摘要保留 57 篇进行全文阅读,大多数因为不符合纳入标准而排除,最终纳入 13 篇文献^[16-28]。文献筛选过程详见图 1。

2.2 纳入研究的特点 13 篇文献中,1 篇随机对照试验,1 篇准试验病例对照研究,11 篇为非随机对照试验。见表 1。

2.3 纳入文献的风险评估结果 13 个研究中,只有 1 个评估为低偏倚风险,7 个研究有高偏倚风险,其余 5 个研究偏倚信息不明确。这些原始研究中共同存在的主要问题是无法设计严格意义上的对照试验,存在的混杂因素较多。如同在一个重症监护病房(ICU)中按病床顺序划分为试验组和对照组,试验组使用电子监测系统,而对照组通过观察法获取手卫生依从性,对照组人员能够知道自己随时处于

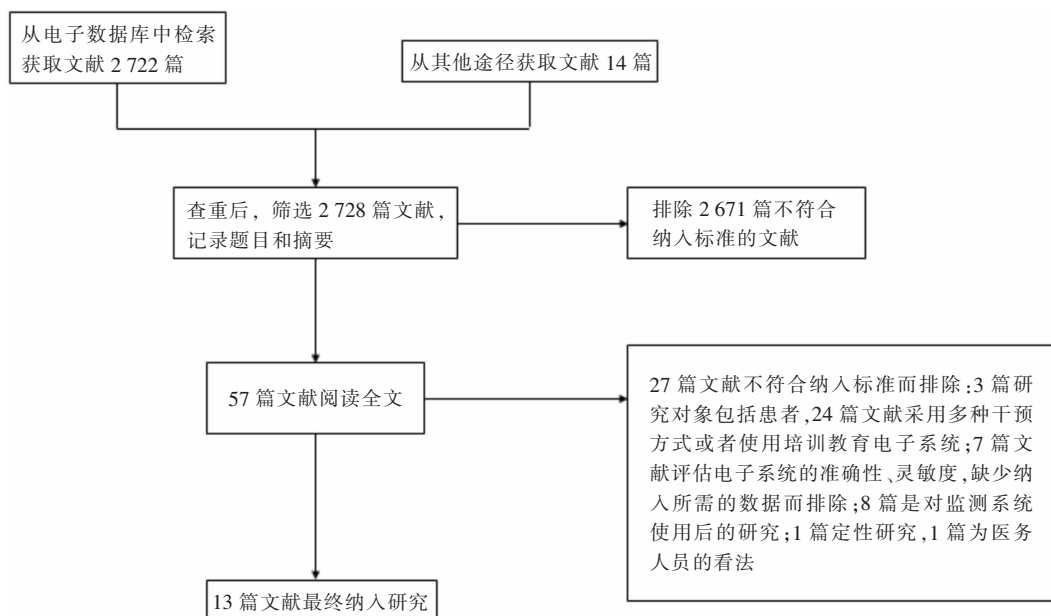


图 1 电子监测系统对医务人员手卫生依从性的影响文献筛选流程图

Figure 1 Flow chart of screening of literatures about electronic monitoring system on HH compliance of HCWs

被观察状态,影响监测结果的准确性。还有研究没有对失访数据进行处理,如电子监测系统没能够记录全部医务人员手卫生行为,针对这一部分的缺失数据,原始研究没有给予相应的处理方式。

2.4 纳入文献的研究结果

2.4.1 电子监测设备的种类

目前用于监测手卫生依从性的电子系统种类各不相同,大致上可以分为四种类型。第一类是由胸牌、位置传感器和智能手消毒设备共同组成的医务人员可佩戴的电子监测器,具有实时定位和监测手卫生行为的功能;第二类是单独由智能手消毒器构成的监测系统,智能手消毒器记录医务人员进行手消毒的次数,获得依从性;第三类是带有感应乙醇挥发功能的电子胸牌,如果胸牌检测到乙醇,会显示颜色变化,从红色到黄色再到绿色,绿色则表明手卫生已经执行;第四类是通过灯光等一些简便的外部提示方式来提醒医务人员实施手卫生。在目前的研究中很少有文献把不同种类应用系统进行比较^[29],所以不同类型的系统在监测准确性和应用效果等方面的差异还不清楚。根据目前发展趋势和本研究中涉及到的电子系统种类结果显示,第一种系统的应用最为广泛,其次为上述第二类,仅有 1 篇文献采用第三种电子系统,第四种设备

不在本研究纳入范围之内。

2.4.2 电子监测系统对手卫生依从性的影响

分析纳入文献的结果,共有 11 个研究表明,使用电子监测系统可以改善医务人员的手卫生依从性,其中有 9 个研究的依从率增幅 10%~45%,1 个研究表明有电子系统监测的干预组手卫生次数比无电子系统的对照组高 16.28 次,1 个研究得出干预组洗手液用量增加 2.215 L。其中 1 个研究^[22]发现,电子监测系统使用后医务人员手卫生依从率反而下降,下降幅度约为 3.6%;1 个研究^[27]指出手卫生依从率并没有特别大的改变,增加范围仅在 1%~4%。见表 1。

研究结果显示,电子监测系统实施效果的可持续性并不明确。纳入文献中,仅有两项研究^[20-25]表明,具有可持续性,在电子系统试点一年后医务人员手卫生依从率仍然高于试点前的基线阶段。

2.4.3 医务人员对电子监测系统的可接受性

在医疗卫生体系中,引入一种新技术时,体系内部因惯性而抗拒改变通常是一个不可忽略的问题,而且较难克服^[28]。研究提到虽然电子监测系统起初受到欢迎,但应用后很快就遭到了一些医务人员的质疑,主要原因总结为以下几个类别,见表 2。

表 1 电子监测系统对医务人员手卫生依从性的影响纳入文献的特征

Table 1 Characteristics of literatures about electronic monitoring system on HH compliance of HCWs

第一作者(时间)	地区	研究目的	研究设计	研究地点	干预描述	文中涉及指标	主要依从性结果
Fisher DA (2013) ^[16]	新加坡	评估电子监测系统监测手卫生依从性效果,评估音频提醒的影响,量化个人反馈结果	验证和随机对照试验	国立大学医院的心脏病房、新加坡樟宜总医院骨科和外科重症监护病房	无线手卫生监测系统(标签、智能手消毒、病床和病房感应器)	手卫生依从率	干预组手卫生依从率从 28% 升至 33%
Venkatesh AK(2008) ^[17]	美国	评估电子系统的使用对手卫生依从性的影响	前瞻性干预研究	芝加哥医疗中心的血液科病房	具有监控功能的电子设备(监控进出病房的手卫生行为)	手卫生依从率和耐万古霉素肠球菌的感染率	手卫生依从率从 36.3% 升至 70.1%
Marra AR (2014) ^[18]	巴西	评价实时反馈技术在改善手部卫生依从性方面的效果	准试验,病例对照研究	三级医院的 2 个外科手术室	电子监测系统(胸牌、智能手消毒、传感器)	手卫生次数	干预组每床日手消毒次数 105.50 次,对照组为 89.22 次
Levchenko AI(2011) ^[19]	加拿大	研究用所提出的技术方案改善手卫生现状的可行性,为大规模的临床试验做准备	前后对照研究	医院的 4 个护理病房	可佩戴的监控器(微控制器、红外探测器和射频收发器)	手卫生依从率	手卫生依从率从基线时的 42.38% 升高至 64.74%
Radhakrishna K(2015) ^[20]	印度	使用实时反馈的 RFID 技术来增加洗手液的使用量	准试验前后对照研究	圣约翰医院的 ICU	电子监测系统(胸牌、传感器、智能手消毒)	洗手液用量	干预组洗手液用量较高(9 250 mL),对照组较低(7 035 mL)
Møller-Sørensen H (2016) ^[21]	丹麦	研究新型手卫生消毒设备对手卫生依从性的影响	前瞻性干预试验	两个大学附属医院的 4 个洗手间	手卫生消毒设备(可计数的皂液器,手消毒器和录音设备)	手卫生依从率	医务人员的手卫生依从率从 65.5% 提高至 90.7%
Boyce JM (2019) ^[22]	德国	确定自动手卫生监测系统和补充策略对手卫生依从性和细菌感染的影响	回顾性、观察性、准试验研究	汉诺威医院 4 个病房	自动手卫生监测系统(可计数的手消毒器和皂液器)	手卫生依从率和细菌感染率	A 病房手卫生依从率从安装电子系统前的 65.5% 升至 79.6%; B 病房从 88.3% 降至 84.7%
Kelly JW (2016) ^[23]	美国	该系统是否有效降低单位特异性耐甲氧西林金黄色葡萄球菌感染的发生率	前后对照研究	格林维尔纪念医院的 23 个病房	自动化监测系统	手卫生依从率,及其与医院感染的关系	在研究期间,手卫生依从率增加 25.5%
Al Salman JM(2015) ^[24]	巴林	评估电子监测系统的效果和潜在的问题	前瞻性观察研究	心内科重症监护病房	电子监测系统(智能手消毒、胸牌、信标)	手卫生机会数和依从率	病房 1 手卫生依从率从 60% 升至 70%,病房 2 从 60% 升至 85%
Michael H (2017) ^[25]	美国	研究即时反馈的自动化观察系统的手卫生依从性	前后对照研究	器官移植病房和心外科重症监护病房	带有感应挥发性乙醇机制的电子胸牌	手卫生依从率	移植病房手卫生依从率由 54% 提高至 98%,心外病房由 52% 提高至 97%
Boyce JM (2019) ^[26]	美国	评估手卫生系统效果,比较预估依从率与直接观察获得依从率	前后对照研究	外科重症监护病房(SICU)和 1 个普通内科病房(GMW)	基于事实定位的手卫生电子检测系统	手卫生依从率	SICU 手卫生依从率接触患者前由 30.9% 升至 63.5%;离开患者后由 76.1% 提高至 80.7%。GMW 手卫生依从率接触患者前由 21.4% 升至 45.5%;离开患者后由 71.7% 升至 72.7%
Kwok YLA (2016) ^[27]	澳大利亚	比较有干预措施和无干预措施的自动化监测与人工观察的手卫生依从性	前后对照研究	悉尼一所大学三级教学医院的内科和外科病房	智能手消设备	手卫生依从率	内科病房电子系统安装前手卫生依从率为 30%,电子系统安装后为 31%;外科病房分别是 49%、53%
李会霞 (2015) ^[28]	中国	利用手卫生电子监测系统,探讨医护人员手卫生系统应用效果	前瞻性观察研究	天津市宁河县医院	电子手卫生监测系统(自动出液器、胸牌、采集器)	手卫生依从率	全院医务人员手卫生依从率从安装前 34%,上升至安装后 77%

表 2 电子系统可接受性的影响因素

Table 2 Impact factors for the acceptability for electronic systems

分类	具体表现
隐私	胸牌记录个人信息,并且动态监控医务人员活动,侵犯个人隐私 白班和夜班的人员共用一个胸牌,感觉不到胸牌属于自己
健康	胸牌震动会对心脏产生不良影响
稳固性	胸牌震动时还会掉落 贴在墙上的位置传感器容易掉落,造成记录错误
网络	当所有人都佩戴胸牌时,医院的网络可能会互相干扰 系统无法准确记录医务人员进出病房 病床间的物理屏障有限,导致相邻床之间的无线电频率重叠 胸牌会在某些非手卫生时机震动提醒

3 讨论

3.1 手卫生电子监测系统实施效果 大部分研究表明,实施电子监测系统后手卫生依从性有所改善,主要是因为电子监测系统可以实时监测到医务人员的手卫生行为,起到实时监督和及时提醒的作用,此是直接观察法不具备的。但也有少数研究发现,电子监测系统并未对依从率有所改善,甚至出现了降低的情况,导致这样的结果主要是因为在使用直接观察法监测时,霍桑效应导致手卫生依从率偏高,所以在使用电子监测系统监测时,改善效果不明显甚至降低^[30]。

干预措施上,目前无文献提到依从性改善的程度与电子监测系统的类型是否相关。但有研究^[31-32]比较电子监测系统反馈前后依从率,结果发现有反馈功能的电子监测系统应用效果更佳。除此之外,电子监测方法与其他措施相结合的方法,手卫生依从性提升效果更好。Boyce 等^[22]学者将领导支持策略等多种干预措施综合实施后,手卫生依从率均显著提高。

研究设计上,虽然大部分纳入的研究表明,实施电子手卫生监测对手卫生依从性会产生积极影响。但由于实际情况限制,纳入的文献只有一篇属于随机对照试验设计。在今后的研究中应尽可能多采用证据等级较高的研究方法,使研究结果更具有说服力^[33]。

可持续性上,目前文献研究多集中在叙述性描述电子监测系统方面^[7-8],对可持续性研究较少,所以在在今后的研究中可以进一步增加对电子系统可持续性的研究。

3.2 电子监测系统应用的挑战 目前,电子监测系统应用本身的问题主要集中在两个方面。一是院内

网络建设问题,电子系统在实际应用时无线网络信号会相互干扰,定位信息不准确。二是系统维护问题,首先,医院内电子系统应用时还需要有明确的维护计划,以确保系统的连续性。如定时给设备充电以保证其正常运行;更换自动出液器时要保证新的出液器与感应器相匹配,否则电子设备感应不出洗手行为而影响监测结果。其次,由于电子监测设备涉及胸牌、智能手消毒和传感器等一系列组件,维护涉及多重相关技术,必须对维护人员进行定期培训,更新知识。

3.3 提高可接受程度,扩大使用范围 医务人员抗拒电子系统主要是因为担忧其对个人隐私、健康及其他方面造成影响。在实施电子监测过程中可以向医务人员解释电子系统的作用,让其更加了解电子系统的优点,从而减轻医务人员的抵制情绪,也可以对于依从性高的人员给予适当奖励。除此之外,在电子监测系统应用上,应改变白班和夜班的医务人员共用一个胸牌的情况,建立属于每个医务人员自己的胸牌,有助于督促医务人员在任何时间任何地点均实施手卫生。

[参考文献]

- [1] World Health Organization. Guidelines on core components of infection prevention and control programmes at the national and acute health care facility level[M]. Geneva: World Health Organization, 2017.
- [2] Magill SS, Edwards JR, Bamberg W, et al. Multistate point-prevalence survey of health care-associated infections[J]. N Engl J Med, 2014, 370(13): 1198 - 1208.
- [3] Zimlichman E, Henderson D, Tamir O, et al. Health care-associated infections; a Meta-analysis of costs and financial impact on the US health care system[J]. JAMA Intern Med, 2013, 173(22): 2039 - 2046.
- [4] Richard S. Infection control: taking the lead[J]. Pract Nurs, 2016, 46: 35 - 40.
- [5] Raboud J, Saskin R, Wong K, et al. Patterns of handwashing behavior and visits to patients on a general medical ward of healthcare workers[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2004, 25(3): 198 - 202.
- [6] 郑萍,付菊芳,刘冰,等. 医务人员手卫生依从性现状调查[J]. 中国感染控制杂志, 2015, 14(2): 120 - 123.
- [7] Boyce JM. Measuring healthcare worker hand hygiene activity: current practices and emerging technologies[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2011, 32(10): 1016 - 1028.
- [8] Marra AR, Edmond MB. Hand hygiene: state-of-the-art review with emphasis on new technologies and mechanisms of surveillance[J]. Curr Infect Dis Rep, 2012, 14(6): 585 - 591.
- [9] McGuckin M, Govednik J. Commentary: electronic hand hy-

- giene compliance interventions: a descriptive guide for the infection prevention team[J]. *Am J Med Qual*, 2012, 27(6): 540–541.
- [10] Limper HM, Slawsky L, Garcia-Houchins S, et al. Assessment of an aggregate-level hand hygiene monitoring technology for measuring hand hygiene performance among healthcare personnel[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2017, 38(3): 348–352.
- [11] Filho MA, Marra AR, Magnus TP, et al. Comparison of human and electronic observation for the measurement of compliance with hand hygiene[J]. *Am J Infect Control*, 2014, 42(11): 1188–1192.
- [12] Boudjema S, Dufour JC, Aladro AS, et al. MediHandTrace : a tool for measuring and understanding hand hygiene adherence [J]. *Clin Microbiol Infect*, 2014, 20(1): 22–28.
- [13] Levin PD, Razon R, Schwartz C, et al. Obstacles to the successful introduction of an electronic hand hygiene monitoring system, a cohort observational study[J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2019, 8: 43.
- [14] Jarrin Tejada C, Bearman G. Hand hygiene compliance monitoring: the state of the art[J]. *Curr Infect Dis Rep*, 2015, 17(4): 470.
- [15] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政管理局. 国家卫生计生委办公厅关于印发麻醉等 6 个专业质控指标(2015 年版)的通知: 国卫办医函[2015]252 号[EB/OL]. (2015-04-10) [2020-07-02]. <http://www.nhc.gov.cn/zyzygj/s3585/201504/5fa7461c3d044cb6a93eb6cc6eece087.shtml>.
- [16] Fisher DA, Seetoh T, Oh May-Lin H, et al. Automated measures of hand hygiene compliance among healthcare workers using ultrasound: validation and a randomized controlled trial[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2013, 34(9): 919–928.
- [17] Venkatesh AK, Lankford MG, Rooney DM, et al. Use of electronic alerts to enhance hand hygiene compliance and decrease transmission of vancomycin-resistant *Enterococcus* in a hematology unit[J]. *Am J Infect Control*, 2008, 36(3): 199–205.
- [18] Marra AR, Sampaio Camargo TZ, Magnus TP, et al. The use of real-time feedback via wireless technology to improve hand hygiene compliance[J]. *Am J Infect Control*, 2014, 42(6): 608–611.
- [19] Levchenko AI, Boscart VM, Fernie GR. The feasibility of an automated monitoring system to improve nurses' hand hygiene[J]. *Int J Med Inform*, 2011, 80(8): 596–603.
- [20] Radhakrishna K, Waghmare A, Ekstrand M, et al. Real-time feedback for improving compliance to hand sanitization among healthcare workers in an open layout ICU using radiofrequency identification[J]. *J Med Syst*, 2015, 39(6): 68.
- [21] Møller-Sørensen H, Korshin A, Mogensen T, et al. New technology markedly improves hand-hygiene performance among healthcare workers after restroom visits[J]. *J Hosp Infect*, 2016, 92(4): 337–339.
- [22] Boyce JM, Laughman JA, Ader MH, et al. Impact of an automated hand hygiene monitoring system and additional promotional activities on hand hygiene performance rates and healthcare-associated infections[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2019, 40(7): 741–747.
- [23] Kelly JW, Blackhurst D, McAtee W, et al. Electronic hand hygiene monitoring as a tool for reducing health care-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection[J]. *Am J Infect Control*, 2016, 44(8): 956–957.
- [24] Al Salman JM, Hani S, de Marcellis-Warin N, et al. Effectiveness of an electronic hand hygiene monitoring system on healthcare workers' compliance to guidelines [J]. *J Infect Public Health*, 2015, 8(2): 117–126.
- [25] Michael H, Einloth C, Fatica C, et al. Durable improvement in hand hygiene compliance following implementation of an automated observation system with visual feedback[J]. *Am J Infect Control*, 2017, 45(3): 311–313.
- [26] Boyce JM, Cooper T, Yin J, et al. Challenges encountered and lessons learned during a trial of an electronic hand hygiene monitoring system[J]. *Am J Infect Control*, 2019, 47(12): 1443–1448.
- [27] Kwok YLA, Juergens CP, McLaws ML. Automated hand hygiene auditing with and without an intervention[J]. *Am J Infect Control*, 2016, 44(12): 1475–1480.
- [28] 李会霞. 手卫生电子监测系统尝试的效果评价[J]. *医学信息*, 2015, 28(52): 291.
- [29] Doll ME, Masroor N, Cooper K, et al. A comparison of the accuracy of two electronic hand hygiene monitoring systems [J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2019, 40(10): 1194–1197.
- [30] Srigley JA, Lightfoot D, Fernie G, et al. Hand hygiene monitoring technology: protocol for a systematic review[J]. *Syst Rev*, 2013, 2: 101.
- [31] Lehotsky á, Szilágyi L, Demeter-Iclánzan A, et al. Education of hand rubbing technique to prospective medical staff, employing UV-based digital imaging technology[J]. *Acta Microbiol Immunol Hung*, 2016, 63(2): 217–228.
- [32] Marra AR, Edmond MB. New technologies to monitor healthcare worker hand hygiene[J]. *Clin Microbiol Infect*, 2014, 20(1): 29–33.
- [33] Cheng VC, Tai JW, Ho SK, et al. Introduction of an electronic monitoring system for monitoring compliance with Moments 1 and 4 of the WHO “5 Moments for Hand Hygiene” methodology[J]. *BMC Infect Dis*, 2011, 11: 151.

(本文编辑:左双燕)

本文引用格式:霍瑞婷,孙强,韩辉. 电子监测系统对医务人员手卫生依从性的影响[J]. *中国感染控制杂志*, 2021, 20(11): 1041–1046. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20217823.

Cite this article as: HUO Rui-ting, SUN Qiang, HAN Hui. Impact of electronic monitoring system on hand hygiene compliance [J]. *Chin J Infect Control*, 2021, 20(11): 1041–1046. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20217823.