

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20234381

· 论 著 ·

基于物联网技术的手卫生智慧云系统在新生儿科手卫生监测中的应用

刘 滨¹, 苏雪葵¹, 陈浩然², 孙胜华¹, 程 琳³, 韦 敏³, 孙 韞³

(1. 柳州市工人医院医院感染管理科, 广西 柳州 545007; 2. 山东新华莎罗雅生物技术有限公司, 山东 淄博 255300; 3. 柳州市工人医院新生儿科, 广西 柳州 545005)

[摘要] **目的** 探讨基于物联网技术的手卫生智慧云系统在新生儿科手卫生监测中的应用。**方法** 选取某院新生儿科的工作人员为研究对象, 利用手卫生智慧云系统收集 2021 年 5 月—2022 年 6 月的手卫生依从率数据, 与同期“直接观察法”记录的数据进行比较, 分析手卫生智慧云系统的应用对工作人员手卫生依从性及数据真实性的影响。**结果** 使用手卫生智慧云系统后, 医务人员手卫生依从率为 89.76%, 低于同期直接观察法的 92.73%, 差异有统计学意义($P < 0.001$)。不同岗位工作人员两种监测方法的手卫生依从率比较, 护士手卫生智慧云系统监测的手卫生依从率低于直接观察法, 差异有统计学意义($P < 0.001$)。接触患者前后、清洁无菌操作前手卫生智慧云系统监测的手卫生依从率均低于直接观察法, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。手卫生智慧云系统监测的不同工作时段的手卫生依从率比较, 差异有统计学意义($P < 0.01$)。手卫生智慧云系统监测的手消毒剂每床日消耗量为 39.16 mL。**结论** 使用手卫生智慧云系统监测医务人员手卫生, 可真实有效获取数据。

[关键词] 物联网; 手卫生; 智慧云系统; 新生儿

[中图分类号] R197.323.4

Application of IoT technology-based hand hygiene smart cloud system in hand hygiene monitoring in neonatal department

LIU Bin¹, SU Xue-kui¹, CHEN Hao-ran², SUN Sheng-hua¹, CHENG Lin³, WEI Min³, SUN Yun³ (1. Department of Healthcare-associated Infection Management, Liuzhou Workers' Hospital, Liuzhou 545007, China; 2. Shandong Xinhua Saloya Biotechnology Co., Ltd., Zibo 255300, China; 3. Neonatal Department, Liuzhou Workers' Hospital, Liuzhou 545005, China)

[Abstract] **Objective** To explore the application of hand hygiene (HH) smart cloud system based on Internet of things (IoT) technology in the monitoring of HH in neonatal department. **Methods** Staff in the neonatal department of a hospital were selected as the research objects. Data about HH compliance rate from May 2021 to June 2022 were collected using the HH smart cloud system and compared with data recorded using the “direct observation method” during the same period. The impact of the application of HH smart cloud system on staff's HH compliance and data authenticity were analyzed. **Results** After using the HH smart cloud system, HH compliance rate of medical staff was 89.76%, which was lower than 92.73% recorded using the direct observation method during the same period, with statistically significant difference ($P < 0.001$). When comparing the HH compliance rates obtained by the two monitoring methods for staff at different job positions, nurse's HH compliance rate monitored by the smart cloud system was lower than that observed directly, with statistically significant difference ($P < 0.001$). HH compliance rates monitored by the smart cloud system were lower than those observed directly before and after contact with patients, before clean aseptic procedures, differences were statistically significant (all $P < 0.05$). HH

[收稿日期] 2023-04-20

[基金项目] 广西壮族自治区卫生健康委自筹经费科研课题(Z-B20231394)

[作者简介] 刘滨(1975-),男(土家族),浙江省乐清市人,副主任医师,主要从事医院感染管理研究。

[通信作者] 刘滨 E-mail: safihu@163.com

compliance rates monitored by HH smart cloud system during different working hours showed statistically significant differences ($P < 0.01$). Daily consumption of hand disinfectants monitored by HH smart cloud system was 39.16 mL per bed. **Conclusion** Using the HH smart cloud system to monitor the HH of medical staff can obtain real and effective data.

[**Key words**] Internet of things; hand hygiene; smart cloud system; neonate

新生儿重症监护病房(neonatal intensive care unit, NICU)危重患儿集中,侵入性操作多,感染风险远高于普通科室,但工作人员手卫生依从性仍较低,与医务人员对手卫生可降低医院感染的重要性认识不足有关^[1]。调查^[2]显示,我国三级公立医院医生和护士的手卫生依从率分别为 50.0%、60.7%,当前主要通过改善手卫生设施、宣教、组织培训、督导反馈等方法提高手卫生依从性。“直接观察法”是世界卫生组织(WHO)认可的手卫生监测金标准,但直接观察法需要大量的时间和人力资源,有明显的霍桑效应,难以获得真实的手卫生依从率^[3-4]。目前应用的智能电子手卫生依从性监测系统(EH-HMS)各有不同,Cawthorne 等^[5]研究发现有 29 种已经商用,其中 20 种均能够较好实施手卫生监测,6 种有证据证明具有降低医院感染的能力。主要分为四种类型^[3]:第一类是由胸牌、位置传感器和智能手消毒设备组成,工作人员佩戴电子监测器,通过系统实时定位和监测手卫生行为判断手卫生时机,抓取指征的执行率数据;第二类是由智能手消毒器构成的监测系统,由智能手消毒器单一记录工作人员进行手消毒的次数,估算依从率;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,会通过显示颜色变化表明手卫生是否执行;第四类是通过灯光声音等提示方式来提醒医务人员实施手卫生。我国电子手卫生监测设备基本使用第一类物联网监测系统包括胸牌、位置传感器和智能手消毒设备,能够自动判断、提醒并获取手卫生数据,国内至少有 20 所医院使用了此类电子手卫生监测设备,在实际使用中也有着部分指征无法获取、动作判定不准确、数据抓取错误、维护复杂等问题。新生儿手卫生物联网管理系统较其他科室的智能监测系统^[6-8]有其特殊性,现有的手卫生智能系统未优化,不能在新生儿暖箱区域实施监测,某院于 2021 年 5 月起应用基于物联网的手卫生智慧云系统(手卫云软件著作权登记号:2022SR0312364)由山东新华莎罗雅生物技术有限公司设计,除具有其他监测系统功能外,还

创新地抓取新生儿暖箱区域操作的手卫生数据。新生儿科应用后,工作人员手卫生依从性有了明显的提高,取得了较好效果。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取新生儿科与患者及其物体表面环境接触的所有工作人员为研究对象。纳入标准:科室接触患者及患者周围环境物品的工作人员;进入新生儿科会诊及检查的其他科室工作人员;其他非正式员工,如进修人员、实习生等。排除标准:与患者及其环境物品无直接接触的人员。新生儿科共有工作人员 44 名,其中医生 9 名(含规范化培训医师),护士 28 名(含规范化轮转及实习护士),工勤人员 7 名;外来人员共用 2 个胸牌计为 2 名,共 46 名纳入监测。

1.2 方法

1.2.1 直接观察法 运用 PDCA 管理模式,依据医院手卫生制度进行人员教育培训和考核,医院感染管理专职人员与科室感控兼职小组成员现场进行手卫生调查。手卫生调查方法^[3]及工具按照 WHO 2009 年发布的《手卫生技术参考手册》^[7]相关标准培训,将现场观察到的手卫生执行情况记录于柳工医感控 APP^[9]中自动生成依从率数据。

1.2.2 手卫生智慧云系统设计及功能 物联网技术的应用很大程度上提升了医院管理水平和服务质量^[10],本系统基于物联网技术的手卫生智能追溯系统,采用物联网+移动互联网的方式,实现手卫生事件自动记录、传输、计算,从而得到手卫生依从率数据。物联网硬件包含有位置信标、胸卡、温箱感应器、网关、智能给液器。温箱感应器专门针对暖箱/蓝光箱场景设计优化,可识别人手伸入暖箱/蓝光箱接触新生儿的动作,检测行为动作非常精准。工作人员佩戴胸卡进入温箱周边时,胸卡将收到温箱感应器发出的射频信号,通过信号值大小和在温箱区域时长 5 s 来判定是否进入温箱工作区域,如果未

使用手消毒剂则胸卡红灯慢闪进行一级预警。如果操作温箱，温箱感应器会检测到开箱门或手伸入温箱的动作，判定医务人员有接触患者前的特征，此时如果未使用手消毒剂则进入二级预警，胸卡红灯快闪，同时温箱感应器发出警示音（鸟鸣）提醒，必须在 10 s 内使用手消毒剂，否则记录手卫生违规。数据

实时传输到后台服务器，网页端系统能统计个人、科室任意时段的手卫生遵从率、快速手消毒剂使用数据，生成相应报告推送给相应人员了解当前执行手卫生情况。手卫生智慧云系统硬件构架及工作流程见图 1、2。

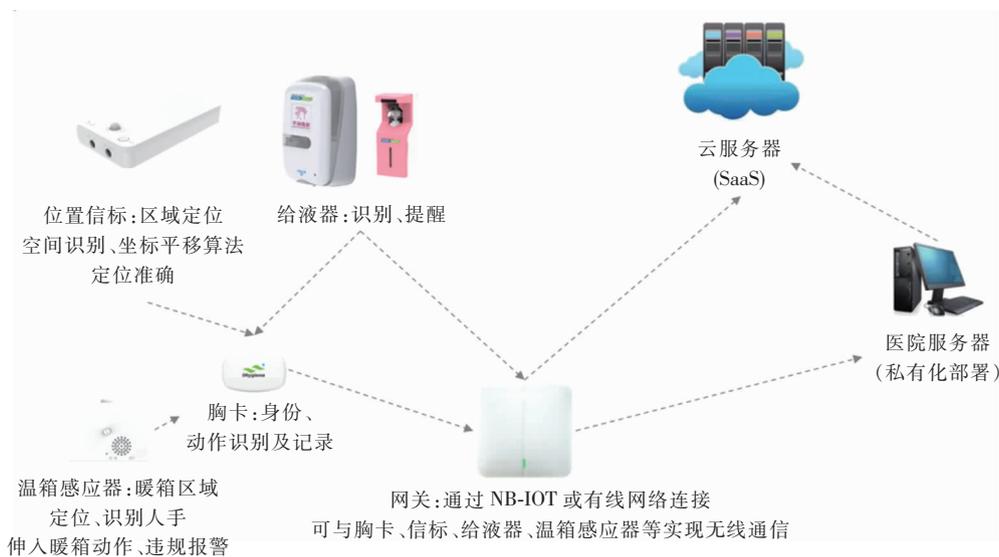


图 1 手卫生智慧云系统硬件构架

Figure 1 Hardware architecture of hand hygiene smart cloud system



图 2 手卫生智慧云系统工作原理

Figure 2 Working principle of hand hygiene smart cloud system

1.2.3 系统应用 新生儿科应用手卫生智慧云系统，经过统一培训并制定相关考核制度，要求相关人

员必须佩戴胸卡，通过手卫生智慧云系统收集医务人员手卫生遵从率相关数据，每月通过数据分析，针

对手卫生依从率低的方面,通过数据分析反馈、培训、宣教、相互提醒、开展研讨会等措施持续提升工作人员的手卫生依从率。

1.3 评价指标 获取两种方法调查的 2021 年 5 月—2022 年 6 月工作人员手卫生依从率数据。从系统获取每季度、不同岗位人员、不同指征的手卫生依从率及每日不同时段的手卫生依从率、手消毒剂的床日消耗量等。与柳工医感控 APP 中手卫生模块获取的同期直接观察法记录生成的手卫生依从率进行比较。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 26.0 软件对数据进

行分析。将手卫生智慧云系统与直接观察法监测的手卫生依从率进行比较,组间比较采用 χ^2 检验。手卫生依从率与手消毒剂消耗量的相关性分析采用线性回归。以 $P \leq 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同监测方法的手卫生依从率比较 手卫生智慧云系统监测的工作人员手卫生依从率为 89.76%,低于直接观察法的 92.73%,差异有统计学意义($P < 0.001$)。见表 1。

表 1 手卫生智慧云系统与直接观察法监测的手卫生依从率比较

Table 1 Comparison of hand hygiene compliance rates obtained by hand hygiene smart cloud system and direct observation method

季度	手卫生智慧云系统			直接观察法			χ^2	P
	应执行次数	实际执行次数	依从率(%)	应执行次数	实际执行次数	依从率(%)		
2021 年 2 季度	59 901	52 878	88.28	284	262	92.25	4.328	0.038
2021 年 3 季度	128 296	116 595	90.88	288	267	92.71	1.160	0.282
2021 年 4 季度	101 550	89 037	87.68	250	234	93.60	8.104	0.004
2022 年 1 季度	119 880	108 848	90.80	341	315	92.38	1.014	0.314
2022 年 2 季度	92 192	83 058	90.09	268	249	92.91	2.379	0.123
合计	501 819	450 416	89.76	1 431	1 327	92.73	13.752	<0.001

2.2 不同岗位两种监测方法的手卫生依从率比较

不同岗位工作人员两种监测方法的手卫生依从率比较,护士手卫生智慧云系统监测的手卫生依从率低于直接观察法,差异有统计学意义($P < 0.001$)。

手卫生智慧云系统监测的工勤人员手卫生依从率最高,为 93.67%。见表 2。医生岗位中的 B 超和眼底筛查等外来科室医生的依从率为 74.48% (321/431)。

表 2 不同岗位两种监测方法的手卫生依从率比较

Table 2 Comparison of hand hygiene compliance rates obtained by two monitoring methods among staff at different job positions

岗位	手卫生智慧云系统			直接观察法			χ^2	P
	应执行次数	实际执行次数	依从率(%)	应执行次数	实际执行次数	依从率(%)		
医生	30 760	28 244	91.82	406	369	90.89	0.465	0.495
护士	310 513	271 793	87.53	692	648	93.64	23.648	<0.001
工勤人员	160 546	150 379	93.67	333	310	93.09	0.185	0.668

2.3 不同手卫生指征两种监测方法的手卫生依从率比较 接触患者前后、清洁无菌操作前手卫生智

慧云系统监测的手卫生依从率均低于直接观察法,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 3。

表 3 不同手卫生指征两种监测方法的手卫生依从率比较

Table 3 Comparison of hand hygiene compliance rates obtained by two monitoring methods with different hand hygiene indications

手卫生指征	手卫生智慧云系统			直接观察法			χ^2	P
	应执行次数	实际执行次数	依从率(%)	应执行次数	实际执行次数	依从率(%)		
接触患者前	235 587	218 314	92.67	280	275	98.21	12.671 9	<0.001
清洁无菌操作前	13 910	11 043	79.39	260	256	98.46	57.466 8	<0.001
接触患者血液体液后	-	-	-	288	273	94.79	-	-
接触患者后	208 589	186 306	89.32	323	322	99.69	36.417 3	<0.001
接触患者周围环境物品后	43 733	34 753	79.47	280	201	71.78	10.040 6	0.002

2.4 不同工作时间段手卫生依从率比较 手卫生智慧云系统监测的不同工作时间段的手卫生依从率比较,差异有统计学意义($\chi^2 = 71.635, P < 0.01$)。0:00~07:59 时间段最高,12:01~14:30 时间段最低。见表 4。

表 4 手卫生智慧云系统监测的不同工作时间段手卫生依从率

Table 4 Hand hygiene compliance rates monitored by smart cloud system during different working times

时间段	应执行次数	实际执行次数	依从率(%)
8:00~12:00	143 450	127 742	89.05
12:01~14:30	43 016	36 762	85.46
14:31~17:30	80 854	72 620	89.82
17:31~23:59	119 413	108 568	90.92
0:00~07:59	115 086	104 724	91.00

2.5 手卫生用品消耗量与同期手卫生依从率 通过手卫生智慧云系统监测可以获取较为可靠的手消毒剂实际消耗量,手消毒剂每床日消耗量为 39.16 mL,同期手卫生依从率与手消毒剂消耗量并无明确相关性($R^2 = 0.307, P = 0.332$),见表 5。

表 5 各季度手消毒剂消耗量与同期手卫生依从率

Table 5 Quarterly consumption of hand hygiene products and hand hygiene compliance rate during the same period

季度	手消毒剂总用量(mL)	总床日数	手消毒剂每床日消耗量(mL/d·床)	依从率(%)
2021 年 2 季度	60 003	1 476	40.65	88.28
2021 年 3 季度	157 181	3 496	44.96	90.88
2021 年 4 季度	106 920	3 219	33.22	87.68
2022 年 1 季度	127 000	2 790	45.52	90.80
2022 年 2 季度	92 913	2 912	31.91	90.09
总体情况	544 017	13 893	39.16	89.76

3 讨论

手卫生是降低医院感染的有效干预措施^[11]。芬兰一项持续 8 年的研究^[12]发现,在内科病房手卫生依从率从 86.2% 上升到 95.5%,医院感染发病率从 15.9% 下降到 13.5%,在外科病房手卫生依从率从 67.6% 上升到 89.7%,医院感染发病率从 13.7% 下降到 12.0%,差异有统计学意义($P < 0.01$)。虽然研究^[13-17]显示采取教育与培训、PDCA、综合管理等多种干预措施,在干预期手卫生依从性有明显的改善,但长期效果并不显著。提高手卫生依从性的重要挑战是能否寻找到一个准确、可靠的测量手卫生依从率的方法,训练有素的观察员进行现场观察有其独特的优势,能够确保观察记录 WHO“手卫生 5 个时刻”的所有时刻的执行情况,并能及时沟通、指导。缺点包括观测调查所需的人力、时间资源、样本量不足,以及存在较多的主观偏见和信息偏移^[13]。直接观察过程中的霍桑效应使手卫生依从率的测量值比电子自动监测率高 1.6~3.1 倍^[18]。我院从 2012 年开始采用新职工、进修生、实习生进行手卫生暗访观察获得真实手卫生依从率为 30%~40%,而医院感染管理科专职人员及科室兼职感控成员日常观察获取手卫生依从率为 70%~90%,高于真实值 2~3 倍。智能电子监测系统在国内外的医疗机构应用越来越广泛,被认为是测量和改善手卫生依从性潜在可替代的方案之一^[3]。

新生儿科使用手卫生智慧云系统,工作人员整体手卫生依从率为 89.76%,高于 2019 年文细毛等^[19]对 1 480 所不同规模医疗机构手卫生依从率 76.26%~82.84% 的调查数据,也高于当前国内外能够查询的电子监测系统的手卫生依从率^[3],但低于同期现场直接观察法得到的手卫生依从率数据,与钟晓等^[4]研究结果一致,原因可能为:(1)直接观察法存在霍

桑效应,导致手卫生依从率偏高;(2)手卫生智慧云系统能实现连续监测,数据量大、更准确,而直接观察法由于人力所限,得到观察数相对有限;(3)直接观察法存在观察者偏倚,导致数据欠准确。

不同岗位工作人员两种监测方法的手卫生依从率比较,护士手卫生智慧云系统监测的手卫生依从率低于直接观察法,差异有统计学意义($P < 0.05$),主要原因与直接观察法的霍桑效应有关。手卫生智慧云系统监测的工勤人员手卫生依从率最高,且医生高于护士,与文献^[2,19]监测的结果不一致,而现场直接观察法显示不同岗位工作人员依从率由高至低依次为护士、工勤人员、医生。不论是直接观察法还是电子监测方法医生在同时段的手卫生时机总数都远低于护士,在明确知道存在手卫生监控时,医生常刻意减少其医疗操作,而护士很难刻意减少护理操作,因此医生刻意选择性的进行操作会存在更明显的霍桑效应,造成其相对较高的手卫生依从率。相对医务人员,工勤人员在新生儿科等重点科室经过严格培训且在多重监控下依从率最高。医生与工勤人员系统监测的手卫生依从率与日常现场观察法获取的手卫生依从率比较,差异均无统计学意义,可能是因为新生儿科医生、工勤人员的手卫生依从率较高且数据较为真实,也可能是因为使用物联网传感器进行监测同样可能存在误差、偏倚或霍桑效应,从而影响试验结果的准确性。对于此问题将在后续系统应用中继续进行追踪对比,以期获得更准确的数据。B超和眼底筛查等外来科室医生的依从率较低,说明除做好本科室工作人员的手卫生监督外,对外来工作人员的手卫生监督也是手卫生改进工作的重点。

接触患者前后、清洁无菌操作前手卫生智慧云系统监测的手卫生依从率均低于直接观察法,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。手卫生智慧云系统监测的“接触患者前”手卫生依从率为 92.67%,高于其他时刻,与直接观察法中“接触患者后”手卫生依从率最高(99.69%)不同,也与全国调查数据“接触血液体液后”手卫生依从率最高^[19]的结果不同,而“清洁无菌操作前”的手卫生依从率低于其他时刻,但通过分析系统抓取手卫生时机的规则来看,“接触患者环境物品后”手卫生依从率低才是比较真实的数据。虽然现有的电子监测系统多数均强调能按 WHO 五大指征抓取手卫生时机,但实际上如果没有视频同步监控辅助分析,类似的感应监控系统实际上均只能按接触患者前、无菌操作前、接触患者后等 3 个指征进行抓取,其中判断无菌操作前也不

够准确和全面,是以进入配奶室、治疗室等情形判断为无菌操作前的时机,与直接观察法的依从率获取完全不一致。现行的单纯感应式的物联网监控系统无法区分接触患者、接触患者周边环境的指征,也无法抓取接触血液体液后的手卫生依从率。

通过手卫生智慧云系统对不同工作时间段的手卫生依从率进行比较。0:00~7:59 时段的手卫生依从率最高,与 17:31~23:59 时段无差异,综合两个时段为下午下班至次日早上上班前,系统监测该时段依从率最高说明新生儿科工作人员不论是科室领导是否在岗或是否有监测小组成员进行现场监督手卫生已经不是影响其手卫生依从性的原因,使用手卫生智慧云系统很好地避免了现场观察法存在的霍桑效应。12:01~14:30 时段依从率最低,与工作人员上午工作繁忙、中午精神相对较差有一定关系。而 8:00~12:00 时段依从率为 89.05%,与其他时段相比反而较低,分析原因主要是下午、夜间、凌晨在温箱区域的操作相较上午时段明显减少,工作人员反而更容易按照规范做好手卫生,且多数时间为在电脑前的文字操作工作,接触患者及其周围环境物品均明显减少,因此,下午、夜间、凌晨等时段的手卫生依从率较上午时段高。总体上实施手卫生智慧云系统后各个时段的依从率均较高(85%~91%),全时段的手卫生依从率提升效果明显且数据真实。

通过手卫生智慧云系统获得手消毒剂消耗量为 39.16 mL/d·床,与同期手卫生依从率并无相关性,可能是因为手卫生智慧云系统通过对按压次数及系统设定的每次用量来估算手消毒剂使用量的方法不够准确,后续还需要不断校正和完善系统。按传统方法手消毒剂领取量/总床日数得到的 2021 年数据为 43.35 mL/d·床,传统计算方法是以领取量代替实际消耗量、手消毒剂使用完更换时瓶中仍有余量等因素可导致计算结果不准确。

应用手卫生智慧云系统,既有其优点,也具有缺陷。采用物联网系统监测医务人员手卫生次数,计算手卫生依从率,该方法省时、省力,专门针对暖箱/蓝光箱场景设计优化,可识别人手伸入暖箱/蓝光箱接触新生儿的动作,获取操作中手卫生执行情况更加精准,避免产生霍桑效应,能更全面地记录医务人员的手卫生情况,通过实时提醒及定期数据分析、反馈,更好地促进工作人员手卫生依从性。由于物联网技术及成本限制,该系统也存在一些缺陷:一是在科室应用整套系统的成本较高,不可能在医院大范围使用,且长期使用电子监测系统的效果并不确定,

电子系统应用时定位信息不准确,人员同时且较多地出现在感应区域,同时出现手卫生时机时,出现误报或是漏报现象仍无法避免。二是系统维护问题,所有硬件如出液器、感应器的稳定性非常重要,否则出现故障会大量增加工作人员维护的人力成本,甚至导致工作人员出现抵制情绪。三是现有物联网技术使用感应器判断的方式仅能通过逻辑判断获取“接触患者前、后”的数据,严格来说是统计医务人员进入/离开医疗区域,接近/离开病床的通过范围、停留时间及姿态等来判断出现接触患者前、后的手卫生时机及执行情况,如果不配合摄像头或其他影像分析技术是不可能完全匹配 WHO 的 5 个手卫生时机,无法将每个时机区别、统计出来,这也是导致电子监测数据不够完善的主要原因,短期内较难解决,需要后续系统技术升级来不断提升应用的适用性、准确性,可采用摄像头动作捕捉和物联网传感器相结合的方案。然而,这种方案可能存在成本高、隐私性差等问题;或利用荧光图像分析评估手卫生依从率的方法,结合荧光图像分析技术取代人类视觉进行分析。虽然手卫生智慧云系统在新生儿科的应用仍然存在一些问题,但使用手卫生智慧云系统可真实有效获取新生儿科手卫生依从率数据并通过及时提醒和反馈改进工作人员手卫生依从性。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参考文献]

- [1] 王德凤. PDCA 循环管理下儿科医护人员洗手依从性与医院感染发生率相关性研究[J]. 护理实践与研究, 2018, 15(4): 97-98.
Wang DF. Study on the correlation between hand washing compliance and hospital infection incidence among pediatric medical staff under PDCA cycle management [J]. Nursing Practice and Research, 2018, 15(4): 97-98.
- [2] 李慧, 赵萍, 刘鑫, 等. 基于系统评价的三级公立医院医护人员手卫生依从性状况调查[J]. 中国消毒学杂志, 2022, 39(1): 65-68.
Li H, Zhao P, Liu X, et al. Investigation on hand hygiene compliance status of medical staff in tertiary public hospitals based on systematic evaluation [J]. Chinese Journal of Disinfection, 2022, 39(1): 65-68.
- [3] 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.
Huo RT, Sun Q, Han H. Impact of electronic monitoring system on hand hygiene compliance [J]. Chinese Journal of Infection Control, 2021, 20(11): 1041-1046.
- [4] 钟晓, 肖丽华, 吴庆飞, 等. 手卫生电子监测系统与直接观察法监测结果及成本的比较[J]. 中国感染控制杂志, 2018, 17(12): 1107-1110, 1116.
Zhong X, Xiao LH, Wu QF, et al. Comparison in monitoring results and costs between hand hygiene electronic monitoring system and direct observation method [J]. Chinese Journal of Infection Control, 2018, 17(12): 1107-1110, 1116.
- [5] Cawthorne KR, Cooke RPD. A survey of commercially available electronic hand hygiene monitoring systems and their impact on reducing healthcare-associated infections [J]. J Hosp Infect, 2021, 111: 40-46.
- [6] 董应兰, 李敏, 张巧云, 等. 智能手卫生管理系统在重症医学科的应用效果[J]. 广西医学, 2020, 42(9): 1163-1164.
Dong YL, Li M, Zhang QY, et al. Application effect of intelligent hand hygiene management system in ICU [J]. Guangxi Medical Journal, 2020, 42(9): 1163-1164.
- [7] 施海芳, 郑义, 王兰芳, 等. ICU 医护人员基于物联网管理系统的手卫生依从性干预研究[J]. 护理学报, 2020, 27(21): 15-18.
Shi HF, Zheng Y, Wang LF, et al. A study on hand hygiene compliance intervention for ICU medical staff based on the internet of things management system [J]. Journal of Nursing (China), 2020, 27(21): 15-18.
- [8] 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.
- [9] 宋海瑞, 王超, 郭振玉, 等. 应用感控工作间 APP 辅助隐蔽式现场观察法调查医护人员手卫生依从性[J]. 中国感染控制杂志, 2019, 18(4): 344-347.
Song HR, Wang C, Guo ZY, et al. Application of infection control workshop APP-assisted concealed on-the-spot observation method in surveying hand hygiene compliance of health care workers [J]. Chinese Journal of Infection Control, 2019, 18(4): 344-347.
- [10] 姚宏武, 刘伯伟, 索继江, 等. 物联网技术在医院感染管理工作中的应用进展[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(14): 3131-3134.
Yao HW, Liu BW, Suo JJ, et al. Progress of application of internet of things technology in management of nosocomial infections [J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2017, 27(14): 3131-3134.
- [11] Mouajou V, Adams K, DeLisle G, et al. Hand hygiene compliance in the prevention of hospital-acquired infections: a systematic review [J]. J Hosp Infect, 2022, 119: 33-48.
- [12] Ojanperä H, Ohtonen P, Kanste O, et al. Impact of direct hand hygiene observations and feedback on hand hygiene compliance among nurses and doctors in medical and surgical wards: an eight-year observational study [J]. J Hosp Infect, 2022, 127: 83-90.
- [13] 赵娜, 陶西萍, 薛卫宁, 等. 手卫生管理平台对重症医学科医务人员手卫生依从性的影响[J]. 临床医学研究与实践, 2022,

7(13): 161 - 163.

Zhao N, Tao XP, Xue WN, et al. Influence of hand hygiene management platform on hand hygiene compliance of medical staff in intensive care unit[J]. Clinical Research and Practice, 2022, 7(13): 161 - 163.

[14] 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 health-care-associated infections[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2019, 40(7): 741 - 747.

[15] Pittet D, Hugonnet S, Harbarth S, et al. Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene. Infection control programme[J]. Lancet, 2000, 356(9238): 1307 - 1312.

[16] Hoffmann M, Sendlhofer G, Pregartner G, et al. Interventions to increase hand hygiene compliance in a tertiary university hospital over a period of 5 years: an iterative process of information, training and feedback[J]. J Clin Nurs, 2019, 28(5 - 6): 912 - 919.

[17] Kielar M, Depurbaix R, Agnyziak M, et al. The COVID-19 pandemic as a factor of hospital staff compliance with the rules of hand hygiene: assessment of the usefulness of the “Clean Care is a Safer Care” program as a tool to enhance compliance with hand hygiene principles in hospitals[J]. J Prev Med Hyg, 2021, 62(1): E25 - E32.

[18] McLaws ML, Kwok YLA. Hand hygiene compliance rates: fact or fiction?[J]. Am J Infect Control, 2018, 46(8): 876 - 880.

[19] 文细毛, 黄勋, 曾烂漫, 等. 2019 年全国医疗机构医务人员诊疗过程手卫生监测报告[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(5): 389 - 396.

Wen XM, Huang X, Zeng LM, et al. Hand hygiene surveillance report of health care workers during diagnosis and treatment in medical institutions in China in 2019[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2021, 20(5): 389 - 396.

(本文编辑:陈玉华)

本文引用格式:刘滨, 苏雪葵, 陈浩然, 等. 基于物联网技术的手卫生智慧云系统在新生儿科手卫生监测中的应用[J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(9): 1093 - 1100. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20234381.

Cite this article as: LIU Bin, SU Xue-kui, CHEN Hao-ran, et al. Application of IoT technology-based hand hygiene smart cloud system in hand hygiene monitoring in neonatal department[J]. Chin J Infect Control, 2023, 22(9): 1093 - 1100. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20234381.