

DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20252019

· 综述 ·

医务人员手卫生管理的现代化策略

许欣宜¹, 缪长宏¹, 高颖¹, 包芳芳², 肖璐¹

(1. 天津中医药大学第一附属医院急症部 国家中医针灸临床医学研究中心, 天津 300381; 2. 浙江大学医学院附属金华医院 金华市中心医院手术室, 浙江 金华 321000)

[摘要] 医疗保健相关感染(healthcare-associated infection, HAI)是一个全球公共卫生问题,造成了极大的社会经济负担。手卫生仍被认为是预防病原体传播和降低 HAI 发病率的最有效措施之一。本文系统综述手卫生相关新产品、智能监测技术和依从性促进策略的最新进展,旨在为中国医疗机构提供手卫生管理的科学依据和临床实践的优化方案,最终提高医务人员手卫生依从性,保障患者安全,降低 HAI 负担。

[关键词] 手卫生; 依从性; 手卫生用品; 医务人员; 研究进展

[中图分类号] R197.323.4

Modernization strategies for healthcare workers' hand hygiene management

XU Xinyi¹, MIAO Changhong¹, GAO Ying¹, BAO Fangfang², XIAO Lu¹ (1. Emergency Department, National Clinical Research Center for Chinese Medicine Acupuncture and Moxibustion, First Teaching Hospital of Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300381, China; 2. Operating Room, Affiliated Jinhua Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Jinhua Municipal Central Hospital, Jinhua 321000, China)

[Abstract] Healthcare-associated infection (HAI) is a global public health problem that poses a significant socio-economic burden. Hand hygiene is still considered as one of the most effective measures to prevent the spread of pathogens and reduce the incidence of HAI. This paper systematically reviews the latest progress in hand hygiene-related new products, intelligent monitoring technology, and compliance promotion strategies, aiming to provide scientific basis for the management and optimized scheme of hand hygiene in clinical practice in medical institutions in China, ultimately enhance the hand hygiene compliance of healthcare workers, ensure patient safety, and reduce the burden of HAI.

[Key words] hand hygiene; compliance; hand hygiene product; healthcare worker; research progress

医疗保健相关感染(healthcare-associated infection, HAI)是指患者在医院或其他医疗机构接受诊疗期间发生的感染,且在入院时不存在,也不处于潜伏期^[1]。据世界卫生组织(World Health Organization, WHO)统计,发达国家和发展中国家的 HAI 发病率分别约为 7%、10%,平均为 9%,而

HAI 相关病死率可高达 10%^[2-3]。在我国,HAI 同样对患者和医疗卫生系统造成了严重的疾病负担及经济负担^[4]。手卫生是 HAI 预防与控制的基石,因其简便、经济且有效,在 HAI 的预防和控制中至关重要^[5]。我国对手卫生相关研究已较为成熟,涵盖了手卫生依从性、执行率、质量管理,以及不同医

[收稿日期] 2025-01-07

[基金项目] 国家自然科学基金项目(82405123);河北省中医药管理局科研项目(T2025106);北京协和医学基金会-睿 E 急诊医学研究基金(PUMF01010010-2024-07);天津中医药大学第一附属医院学科发展基金(XKJJ201715)

[作者简介] 许欣宜(1999-),女(汉族),浙江省金华市人,博士研究生在读,主要从事中西医结合急危重症、中西医结合老年病研究。

[通信作者] 肖璐 E-mail: xljhy1987@126.com

疗机构和人群中手卫生的实施效果及其影响因素。

本文旨在系统梳理医务人员手卫生管理的现代化提升策略。通过分析国内外相关文献,重点关注手卫生产品、监测技术和合规促进方法的最新进展,评估其实际应用效果与现存挑战,以期为我国手卫生管理提供循证依据和实践指导,从而提高患者安全水平,降低 HAI 发病率。

1 手卫生产品

手卫生产品创新主要基于以下需求:增强产品效果,提高手卫生依从性,应对日益严峻的抗菌药物耐药性(antimicrobial resistance, AMR)问题,以及适应医疗安全新形势。最新研发成果不仅关注产品的可及性与使用便捷性,还采用了以医护人员为中心的设计理念,显著提高了高负荷医疗环境中的手卫生合规率。

1.1 洗手用品 在接触生物污染物(如血液、体液)或护理特殊病原体(如艰难梭菌、肠道病毒)感染患者时,使用肥皂和流动水仍然是手卫生的首选方法^[6-7]。肥皂主要由天然脂肪酸与碱液皂化反应生成脂肪酸盐,通过破坏微生物脂质膜结构发挥杀菌作用^[8];此外,通过机械摩擦和流动水冲洗可物理性清除病原微生物^[9]。抗菌皂常添加葡萄糖酸氯己定、聚维酮碘或苯扎氯铵等抗菌成分,在重症监护病房(ICU)和手术室等高风险环境中使用^[10],可提供持久抗菌活性。然而,这些抗菌成分可能破坏皮肤正常菌群平衡,滥用可能导致细菌耐药性增加。因此,最新的研究致力于将天然成分加入肥皂配方中。Cruz 等^[11]研究表明,丁香(*Eugenia caryophyllata* Thunb.)油、牛至(*Origanum vulgare* L.)油和百里香(*Thymus vulgaris* L.)油对测试菌株(包括多重耐药大肠埃希菌和铜绿假单胞菌)均表现出强烈的抑制作用,并表现出协同抗菌效应。其中,丁香油对烟曲霉和红色毛霉菌亦表现出显著抗菌活性,其最低抑菌浓度(minimum inhibitory concentration, MIC)低至 $1.56 \mu\text{L}/\text{mL}$;进一步研究证实,含丁香油和牛至油的新型肥皂相比普通肥皂能显著降低手部菌落计数,这可能与丁香酚、香芹酚等有效成分有关。泡沫肥皂是传统液体肥皂的一种改良剂型,通过特殊的泵头装置直接产生泡沫,这种剂型理论上可提高清

洁效率并降低使用成本。但临床研究^[12]显示,泡沫肥皂在降低手部细菌负荷方面的效果低于液体肥皂,可能与单次使用剂量不足有关。

1.2 手消毒剂 手消毒剂是一种用于手部消毒的化学制剂,根据 WHO 多模式手卫生促进战略,乙醇类手消毒剂(alcohol-based hand rub, ABHR)被推荐为首选手消毒方案^[13]。在缺乏流动水的情况下,ABHR 能快速发挥抗菌作用,有助于提高医护人员手卫生依从性^[14]。传统肥皂的抗菌效果取决于使用量,但 ABHR 的抗菌效能主要取决于干燥时间,与其使用量及剂型(溶液、凝胶或泡沫)无关^[15]。传统的 ABHR 以乙醇或异丙醇为主要活性成分,对细菌[包括多重耐药菌(MDRO)]、酵母菌和霉菌均有杀灭作用,但对细菌芽孢和寄生虫无效。其中,乙醇基制剂对无包膜病毒具有显著杀灭作用,而 1-丙醇和 2-丙醇基制剂对无包膜病毒无效^[16]。ABHR 配方持续优化:(1)增强抗菌效能。通过添加氯己定^[17]、山梨酸钾^[18]等化学抗菌剂,以及标准化的植物提取物(如丁香、胡椒、依兰^[19]、圣罗勒^[20]等),延长其作用时间。(2)改善皮肤耐受性。频繁使用 ABHR 可能破坏角质层脂质结构,导致皮肤红斑、干燥、鳞屑斑块和增厚等不良反应^[21],新配方添加了甘油^[22]、尿囊素、维生素 E^[23]以及芦荟^[24]和银耳^[25]提取物等保湿成分,以提升皮肤耐受性。(3)非醇基替代方案。非醇基手消毒产品已逐步应用,其抗菌成分主要包括阳离子表面活性剂(如苯扎氯铵^[26])、酚类化合物(如对氯间二甲苯酚^[27])、氯己定等。但现有研究^[28]表明,此类非醇基手消毒剂对医护人员手部关键部位如指尖的消毒效果欠佳。WHO 工作组仍然强烈建议保留乙醇作为医用手消毒剂中的基本成分^[29]。美国医疗保健流行病学学会/美国感染病协会/感染控制和流行病学专业人员协会(SHEA/IDSA/APIC)指南要求,日常手卫生应使用乙醇含量达 60%以上的消毒产品^[30]。德国 S2k 指南(2024)明确将乙醇基手消毒剂列为首选手消毒方案^[31]。我国《医务人员手卫生规范》(WS/T 313—2019)规定,对醇类过敏者可选用其他手消毒剂,对乙醇不敏感的肠道病毒感染应选用其他有效的手消毒剂^[6]。

1.3 医用消毒湿巾 医用消毒湿巾主要含乙醇、季铵盐类化合物等抗菌成分,其作用机制与 ABHR 相似,通过使细菌和病毒的蛋白质变性来破坏其结构与功能。在新型冠状病毒感染(COVID-19)流行期

间,曾广泛用于医务人员手部消毒^[7],并常用于医疗器械、病房设施、门把手、开关等高频接触区域的表面消毒,然而,这类表面消毒医用湿巾通常含有强刺激性抗菌成分,不应用于手部消毒^[9]。早期研究显示,湿巾产品对流感病毒的灭活效果与 ABHR 相当^[30],但目前研究普遍认为其抗菌效果低于 ABHR:一项研究^[32]采用大肠埃希菌模拟手部污染,发现 ABHR 在减少细菌数量方面优于棉质或聚丙烯材质的消毒湿巾;另一项随机对照研究^[33]发现,与 ABHR 和肥皂组相比,使用医用湿巾组双手细菌和真菌菌落形成单位(colony-forming unit, CFU)降低率最低,经表皮水分流失(transepidermal water loss, TEWL)量最高,表明医用湿巾在抗菌效能和皮肤保护性方面劣于 ABHR 及普通肥皂。基于上述局限性,近年研究致力于开发微生物活性强、稳定性良好且皮肤耐受性高的新型消毒湿巾。Ma 等^[34]研究表明,采用含 1.00% 肥皂、0.05% 有效氯、0.25% 次氯酸钠水溶液浸湿的自制湿巾擦拭双手,可分别去除手上 98.36%、96.62% 和 99.98% 的禽流感病毒。Kusumawati 等^[35]研制的新型医用消毒湿巾在 70% 生物乙醇的基础配方上添加甘油、肉豆蔻酸异丙酯、精油等成分,对大肠埃希菌、金黄色葡萄球菌和沙门氏菌均有良好的抗菌活性,稳定性优异,还兼具保湿功能和宜人的气味,能够改善医护人员使用产品的感官体验。此外,医用湿巾在某些医疗场景中具有独特优势,李欢等^[36]研究发现,在护士连续静脉采血过程中,与采用 ABHR 消毒手套相比,医用湿巾在减少手套血红蛋白残留方面表现出明显优势,有助于保持采血操作的清洁性和准确性,间接保障患者的安全和采血操作的质量。

1.4 辅助用品 根据《WHO 医疗机构手卫生指南》,提供可及的 ABHR 是实施多模式手卫生促进策略的关键要素^[13]。消毒剂分配器作为核心设施,在人流量大、交叉污染风险高的医疗区域感染防控中具有不可替代的作用。消毒剂分配器的形式不断革新,传统手动分配器使用简单,依赖机械结构无需电源,但手与分配器直接接触存在接触传播风险^[37];我国《医务人员手卫生规范》明确规定外科手消毒必须采用非手触式分配器^[6],这些新型的免接触式自动分配器通过光敏电池启动快速雾化过程,能够提供标准体积的 ABHR^[38],无需与设备接触,有效减少交叉污染的风险,并提高了手卫生的便利性。此

外,消毒剂分配器的空间位置和数量设置对其利用度至关重要。有研究^[39]认为,分配器应靠近常规护理点放置,例如患者的床位或房间入口,以提高可及性;还有研究^[38]表明,医务人员对于病房外走廊中分配器的使用频率高于房间内的分配器。WHO 虽要求住院病房应配备消毒剂,但未规定具体密度标准^[13]。优化分配器的位置和数量能够显著增加 ABHR 消耗,提高手卫生依从性^[40]。然而,最新的是一项研究^[41]发现,超过 25% 的手动分配器存在空瓶、污垢、轻微损坏或按压泵难以使用的问题,超过 80% 者需多次按压才能提供足量的 ABHR;另一项研究^[42]发现,对分配器实施主动维护措施(例如消毒剂补充提醒服务)可以大大降低 ABHR 耗尽的可能性,从而有效减少手卫生中断事件的发生,强调了医疗机构在日常管理中对分配器实施主动维护策略的重要性。

2 手卫生监测与反馈技术

手卫生依从性监测与反馈在预防 HAI 中具有关键作用,直接观察和人工审核等传统方法往往耗费大量资源^[4],且容易受到主观偏见影响,无法提供实时反馈。近年来,手卫生监测技术不断创新,有助于培养良好手卫生习惯,促进个人及医疗机构遵守手卫生规范。

2.1 电子监控系统 电子监控系统能够自动跟踪和记录手卫生事件,为监测医务人员手卫生持续时间和产品类型提供更可靠、客观的监测方法,是 WHO 手卫生多模式战略的重要组成部分^[13]。射频识别(radio frequency identification, RFID)技术旨在实时跟踪手卫生事件,RFID 芯片可嵌入医务人员的徽章、胸牌、腕带甚至鞋子中,与手卫生站(如分配器或水槽)附近的传感器交互,数据传输到中央数据库。Fish 等^[43]研究采用携带 RFID 芯片的徽章收集和反馈手卫生数据,以提高医务人员手卫生依从性。然而,现有的 RFID 技术通常无法区分手卫生的 5 个时刻,只能检测出在接触患者前(时刻 1)和离开患者区域前(类似于时刻 3、4、5)的手卫生操作,对进行无菌操作前(时刻 2)的监测技术的开发正在不断深入。Florea 等^[44]研究使用 RFID 技术追踪嵌入医务人员鞋中的芯片,同时采用床旁护理记录仪实时记录护理任务(如拔除导尿管、血管置

管、血标本采集、静脉注射药物等),严格监督手卫生的各个时刻;Generoso 等^[45]研究结合 RFID 芯片的胸牌和侵入式设备传感器技术,当医务人员使用侵入式操作设备时,传感器上会闪烁绿灯和示例图,提醒手卫生操作。此外,还有其他改良电子监控系统逐步开发,Iversen 等^[46]研究评估基于蓝牙技术的 SaniNudge 系统在临床操作中的效能,发现其能够准确捕捉不同环境下医务人员的手卫生行为,作为辅助监督工具;Awwad 等^[47]将深度相机 Kinect 安置于病床,通过生成带有立体信息的图片,测量医务人员的手与患者/床之间的距离,实现自动检测手卫生时刻 1;同时,靳会欣等^[48]研究将视频监控系统应用在静脉用药集中调配中心(pharmacy intravenous admixture services, PIVAS)的精细化管理,发现应用视频监控系统不仅能提高医务人员手卫生依从性,还能有效减少调配差错、药品报损,节省调配差错追溯时间和电话沟通时间,优化各环节工作流程。

2.2 基于传感器的消毒剂分配器

基于传感器的改良式消毒剂分配器逐渐应用于临床。这些分配器在自动释放 ABHR 以减少交叉污染的同时,还能够对医务人员的手卫生行为进行即时反馈。Abubeker^[49]团队研发的智能 ABHR 分配器配备了消毒剂、嵌入式图形处理单元和基于长距离(LoRa)网络的云服务器,通过医务人员携带的低功耗蓝牙设备,自动监测手卫生活动。结合多种新技术的改良式分配器能够更好地监测和跟踪医务人员的手卫生行为。同时,实时反馈通过视觉传递,显著提高了手卫生依从率。Iversen 等^[50]研发的一款带反馈灯的自动分配器,当医务人员使用 ABHR 时会亮起一个带有笑脸的绿灯,提供即时光导反馈;另一项研究^[51]发现,带有灯光提醒和反馈提示功能的分配器能够有效改善医务人员手卫生依从性。此外,可穿戴式 ABHR 分配器正逐渐成为医疗环境手卫生监测的新解决方案。Guitart 等^[52]研发的一款由腕带和袖珍型 ABHR 分配器组成的新型手卫生监测设备,在提供 ABHR 的同时,还能计算 ABHR 的使用量和手部摩擦持续时间,给予医务人员即时且个性化的积极反馈。

2.3 用于手卫生监测的可穿戴技术

在以往手卫生监测相关研究中,最常见的可穿戴产品是腕带^[53],如腕带式 ABHR 分配器^[52],以及配备惯性测量单元(inertial measurement unit, IMU)的腕带^[53]和

手表,IMU 可以测量身体的特定力、角速率和方向,收集手卫生期间的物理信号,是最受欢迎的电子传感器之一^[54]。然而,出于卫生考虑,WHO 建议在开始手术手消毒前必须移除所有腕部饰品^[13, 55],这限制了腕带设备在手术室等区域的应用。Wang 等^[54]研究开发了一款佩戴在前臂或上臂的传感器臂带,能够通过多源数据测量手卫生操作的质量,准确评估手卫生合规性。此外,还有其他形式的可穿戴产品用于临床手卫生监测,例如,Diefenbacher 等^[56]建议在医务人员前胸安装一个对准手部的可穿戴相机,所采集的视频可通过双流卷积神经网络自动识别,这种以医务人员第一视角观察手卫生的方法能够有效提高手卫生依从性。

3 手卫生合规促进方法

手卫生不仅是个人的主观行为,还常常受到机构和环境因素的综合影响。因此,WHO 提出了多模式手卫生促进策略^[13],不仅重视手卫生产品和监测系统的可用性,还包括对机构变革、教育培训、评估和反馈、工作场所提醒工具的优化。这种针对医务人员需求和行为量身定制的战略方法,为全球医疗卫生机构改进手卫生依从性提供了指导和支持。

3.1 组织策略

组织策略通过以下机构层面实现:确保资源的可用性、制定明确的政策、加强领导层对感染控制工作的支持。领导参与和组织支持是加强手卫生规范实施的重要因素^[57],可行的措施包括定期沟通、资源合理分配和对手卫生重要性的认可^[30]。此外,还涉及一些具体问题的规范,例如手卫生用品和高频接触区域的清洁和消毒往往缺少明确负责人,这被认为是医疗机构卫生环境欠佳的潜在原因^[7];同时,医疗机构内手卫生用品布置不当、数量不足、位置不佳都会降低医务人员手卫生依从性^[58]。因此,有必要从医疗机构层面优化空间设计,卫生站的数量应满足使用个体的需求,卫生洁具的布局应与人流和人口分布相匹配,这些因素均直接影响医务人员在手卫生时刻进行手卫生的可能性。

3.2 教育培训

SHEA/IDSA/APIC 手卫生指南^[30]建议,使用简短、频繁的教育干预来不断提高医务人员的手卫生知识水平和实践能力。在医疗机构中,经常定期开展研讨会、讲座或在线培训传授手卫生知识、方法以及重要性能够有效提高手卫生依从性^[59]。

2024 年第 16 个“世界手卫生日”，主题是“通过创新且有影响力感染预防和控制(包括手卫生)培训和教育，促进医疗卫生和护理人员的知识和能力建设”。基于创新技术的手卫生电子学习平台越来越受欢迎，例如 Eisenmann 等^[60]通过免费的开源软件为德国某医院医务人员开发了线上的交互式课程，这是一种低门槛、经济、高效的数字卫生培训方式，能够有效强化手卫生知识；Ng 等^[61]研发的手卫生虚拟课堂，即使在 COVID-19 大流行所致停学期间，也能够为教育者和护理实习生之间提供一个实时互动的手卫生线上教育平台；此外，还有研究^[62]开发手卫生严肃模拟游戏，以促进医学生对手卫生的认识。

3.3 行为干预 基于行为科学的助推干预以更“隐性”的方式将手卫生转变为一种自动触发的习惯^[63]，在强调手卫生知识和意识培养的同时，通过提醒、激励或社会影响机制来改变手卫生行为。最常见的提醒措施包括在关键点位放置标识、海报及其他视觉辅助工具，例如 Elia 等^[64]在床旁洗手液分配器下方放置色彩鲜艳的洗手标识，在病房中张贴手卫生海报，这种视觉提醒极大地改善了医务人员的手卫生依从性。此外，多项研究已证实正向奖励制度可提高医务人员的手卫生依从性，包括物质和精神奖励，例如新加坡的一项研究^[65]对手卫生先进个人和团体进行公开表彰和物质奖励，并将手卫生正确率作为关键绩效指标(KPI)与工资奖金挂钩；另一项美国的研究^[66]发现，在 ICU 中采取绩效激励方法能够显著提高医务人员手卫生依从性。手卫生行为不仅受客观环境的影响，社会信息和他人行为也是重要的激励因素，例如学生受合格员工的影响，初级医生受高级医生的影响等^[67]；多项研究证实当医务人员观察到同事遵守手卫生规程时，他们更有可能效仿^[68-69]，因此，强调树立榜样，从利益相关者和领导者开始进行监督十分重要。

4 结语与展望

本文分析了国内外相关文献，总结了手卫生产品、技术以及促进方法的最新研究，探讨其在实际医疗环境中的有效性和局限性，旨在提高医务人员手卫生依从性并降低 HAI 发病率。

多模式战略推广已有 15 年，仍然是手卫生管理

策略的基础框架，并随着新技术的整合和数据驱动方法不断发展。尽管手卫生新产品、新技术、新方法不断涌现，但由于医疗环境的复杂性，不同人员配备水平、患者类型和感染风险，仍需要大规模临床研究来全面评估这些新策略对实际医疗环境的影响，确定其可持续性与成本效益，以融入现代医疗的多样性和复杂性中。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

参 考 文 献

- [1] Lee SH, Yang IS. Empowering hospital-associated infection prevention and control: a quasi-experimental study on the effect of scenario-based simulation training[J]. Nurse Educ Pract, 2024, 76: 103936.
- [2] World Health Organization. Report on the burden of endemic health care-associated infection worldwide[EB/OL]. (2011-01-12)[2025-01-05]. <https://www.who.int/publications/i/item/report-on-the-burden-of-endemic-health-care-associated-infection-worldwide>.
- [3] World Health Organization. Global report on infection prevention and control[EB/OL]. (2022-05-23)[2025-01-05]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240051164>.
- [4] Rong R, Lin LX, Yang YJ, et al. Trending prevalence of healthcare-associated infections in a tertiary hospital in China during the COVID-19 pandemic[J]. BMC Infect Dis, 2023, 23(1): 41.
- [5] 丁佳燕, 沈瑞红, 周文琴, 等. 2014—2022 年手卫生干预对医院感染例次发病率的影响[J]. 中国感染控制杂志, 2024, 23(2): 208-213.
- [6] Ding JY, Shen RH, Zhou WQ, et al. Effect of hand hygiene intervention on healthcare-associated case infection incidence from 2014 to 2022[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2024, 23(2): 208-213.
- [7] 国家卫生健康委. 医务人员手卫生规范 WS/T 313—2019[J]. 中国感染控制杂志, 2020, 19(1): 93-98.
- [8] National Health Commission of the People's Republic of China. Specification of hand hygiene for healthcare workers WS/T 313—2019[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2020, 19(1): 93-98.
- [9] Boyce JM. Hand and environmental hygiene: respective roles for MRSA, multi-resistant Gram-negatives, *Clostridioides difficile*, and *Candida* spp[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2024, 13(1): 110.
- [10] Coiffard L, Couteau C. Soap and syndets: differences and analogies, sources of great confusion[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2020, 24(21): 11432-11439.

- [9] Rundle CW, Presley CL, Militello M, et al. Hand hygiene during COVID-19: recommendations from the American Contact Dermatitis Society[J]. *J Am Acad Dermatol*, 2020, 83(6): 1730–1737.
- [10] Kampf G. Antiseptic stewardship for antimicrobial soaps[M]// Kampf G. *Antiseptic Stewardship: Biocide Resistance and Clinical Implications*. Cham: Springer International Publishing, 2024: 1011–1020.
- [11] Cruz APM, Nishimura FG, Santos VCOD, et al. Essential oil-based soap with clove and oregano: a promising antifungal and antibacterial alternative against multidrug-resistant microorganisms[J]. *Molecules*, 2024, 29(19): 4682.
- [12] Dixon N, Morgan M, Equils O. Foam soap is not as effective as liquid soap in eliminating hand microbial flora[J]. *Am J Infect Control*, 2017, 45(7): 813–814.
- [13] World Health Organization. WHO guidelines on hand hygiene in health care; first global patient safety challenge clean care is safer care[M]. Geneva: World Health Organization, 2009.
- [14] Saitoh A, Sato K, Magara Y, et al. Improving hand hygiene adherence in healthcare workers before patient contact: a multimodal intervention in four tertiary care hospitals in Japan [J]. *J Hosp Med*, 2020, 15(5): 262–267.
- [15] Boyce JM, Pittet D. Rinse, gel, and foam - is there any evidence for a difference in their effectiveness in preventing infections?[J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2024, 13(1): 49.
- [16] Tartari E, Bellissimo-Rodrigues F, Pires D, et al. Updates and future directions regarding hand hygiene in the healthcare setting: insights from the 3rd ICPIC alcohol-based handrub (ABHR) task force[J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2024, 13(1): 26.
- [17] Boyce JM. Best products for skin antisepsis[J]. *Am J Infect Control*, 2023, 51(11S): A58–A63.
- [18] Herráiz Soria E, Alou L, Martin-Villa C, et al. Alcohol-based chlorhexidine and potassium sorbate rub strengthens the effectiveness of traditional hand scrubbing and improves long-lasting effectiveness-evaluation of hand preparation protocols according to EN 12791[J]. *Antibiotics (Basel)*, 2024, 13(5): 470.
- [19] Cabanding JMG, Sunga LO, Fernandez XGA, et al. Development of an improved alcohol (ethanol)-based hand sanitizer (ABHS) formulation through the incorporation of ylang-ylang essential oil [EB/OL]. [2025-01-05]. <https://icceph.com/wp-content/uploads/2024/10/DEVELOPMENT-OF-AN-IMPROVED-ALCOHOL-ETHANOL-BASED-HAND-SANITIZER-ABHS-FORMULATION-THROUGH-THE-INCORPORATION.pdf>.
- [20] Tulsawani R, Verma K, Kohli E, et al. Anti-microbial efficacy of a scientifically developed and standardized herbal-alcohol sanitizer[J]. *Arch Microbiol*, 2024, 206(2): 77.
- [21] Chopin-Doroteo M, Krötzsch E. Soap or alcohol-based products? The effect of hand hygiene on skin characteristics during the COVID-19 pandemic[J]. *J Cosmet Dermatol*, 2023, 22(2): 347–353.
- [22] Trindade Mazala T, Costa Viana M, Carneiro G, et al. Purification and use of crude green glycerol from the transesterification of triglycerides in the formulation of an alcohol gel hand sanitizer[J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1): 5510.
- [23] Analuiza O, Paredes B, Lascano A, et al. Development and characterization of a hand rub gel produced with artisan alcohol (puntas), silver nanoparticles, and saponins from quinoa [J]. *Gels*, 2024, 10(4): 234.
- [24] Fallica F, Leonardi C, Toscano V, et al. Assessment of alcohol-based hand sanitizers for long-term use, formulated with addition of natural ingredients in comparison to WHO formulation 1[J]. *Pharmaceutics*, 2021, 13(4): 571.
- [25] Lourith N, Pungprom S, Kanlayavattanakul M. Formulation and efficacy evaluation of the safe and efficient moisturizing snow mushroom hand sanitizer[J]. *J Cosmet Dermatol*, 2021, 20(2): 554–560.
- [26] Aodah AH, Bakr AA, Booq RY, et al. Preparation and evaluation of benzalkonium chloride hand sanitizer as a potential alternative for alcohol-based hand gels[J]. *Saudi Pharm J*, 2021, 29(8): 807–814.
- [27] Bhatt S, Patel A, Kesselman MM, et al. Hand sanitizer: stopping the spread of infection at a cost[J]. *Cureus*, 2024, 16(6): e61846.
- [28] Lehtinen JM, Kanerva M, Tarkka E, et al. Low efficacy of three non-alcohol-based hand disinfectants utilizing silver polymer, lactic acid and benzalkonium chloride on inactivation of bacteria on the fingertips of healthcare workers[J]. *J Hosp Infect*, 2022, 125: 55–59.
- [29] Kramer A, Arvand M, Christiansen B, et al. Ethanol is indispensable for virucidal hand antisepsis: memorandum from the alcohol-based hand rub (ABHR) Task Force, WHO Collaborating Centre on Patient Safety, and the Commission for Hospital Hygiene and Infection Prevention (KRINKO), Robert Koch Institute, Berlin, Germany[J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2022, 11(1): 93.
- [30] Glowicz JB, Landon E, Sickbert-Bennett EE, et al. SHEA/IDSA/APIC practice recommendation: strategies to prevent healthcare-associated infections through hand hygiene: 2022 update[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2023, 44(3): 355–376.
- [31] Kramer A, Seifert J, Abele-Horn M, et al. S2k-guideline hand antisepsis and hand hygiene[J]. *GMS Hyg Infect Control*, 2024, 19: Doc42.
- [32] Ory J, Zingg W, de Kraker MEA, et al. Wiping is inferior to rubbing: a note of caution for hand hygiene with alcohol-based solutions[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2018, 39(3): 332–335.
- [33] Montero-Vilchez T, Martinez-Lopez A, Cuenca-Barrales C, et al. Assessment of hand hygiene strategies on skin barrier function during COVID-19 pandemic: a randomized clinical

- trial[J]. Contact Dermatitis, 2022, 86(4): 276–285.
- [34] Ma QX, Shan H, Zhang HL, et al. Potential utilities of mask-wearing and instant hand hygiene for fighting SARS-CoV-2 [J]. J Med Virol, 2020, 92(9): 1567–1571.
- [35] Kusumawati N, Setiarso P, Santoso AB, et al. Expansion of hand hygiene compliance and decreasing counterfeiting of sanitation products in the era of the COVID-19 through diversification and standardization of alcohol-based gel and wipes hand sanitizer[J]. Int J Adv Sci Eng Inf Technol, 2022, 12(1): 411–422.
- [36] 李欢, 闻智, 周丽丽, 等. 采血室护士连续多次采血手卫生策略[J]. 中华医院感染学杂志, 2024, 34(18): 2838–2842.
- Li H, Wen Z, Zhou LL, et al. Hand hygiene strategies for continuous blood collection by nurses of blood collection rooms [J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2024, 34(18): 2838–2842.
- [37] Lompo P, Heroes AS, Agbobli E, et al. Bacterial contamination of antiseptics, disinfectants and hand hygiene products in healthcare facilities in high-income countries: a scoping review [J]. Hygiene, 2023, 3(2): 136–175.
- [38] Boyce JM. Current issues in hand hygiene[J]. Am J Infect Control, 2023, 51(11s): A35–A43.
- [39] Cure L, Van Enk R. Effect of hand sanitizer location on hand hygiene compliance[J]. Am J Infect Control, 2015, 43(9): 917–921.
- [40] Dick A, Sterr CM, Dapper L, et al. Tailored positioning and number of hand rub dispensers: the fundamentals for optimized hand hygiene compliance[J]. J Hosp Infect, 2023, 141: 71–79.
- [41] Herzer C, Berg T, Hegemann C, et al. The state of hand rub dispensers in healthcare settings – a multicenter assessment in 19 German healthcare facilities[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2024, 13(1): 118.
- [42] Chen NS, Arbogast JW, Henry D, et al. A simulation study of touch-free automatic alcohol-based handrub dispensers on hand hygiene disruption in healthcare settings[J]. Comput Ind Eng, 2024, 193: 110312.
- [43] Fish L, Bopp D, Gregory D, et al. Hand hygiene feedback impacts compliance[J]. Am J Infect Control, 2021, 49(7): 907–911.
- [44] Florea O, Gonin J, Tissot Dupont H, et al. Internet of things to explore moment 2 of “WHO my five moments” for hand hygiene[J]. Front Digit Health, 2021, 3: 684746.
- [45] Generoso JR Jr, Casaroto E, Neto AS, et al. Comparison of two electronic hand hygiene systems using real-time feedback via wireless technology to improve hand hygiene compliance in an intensive care unit[J]. Antimicrob Steward Healthc Epidemiol, 2022, 2(1): e127.
- [46] Iversen AM, Hansen MB, Kristensen B, et al. Clinical evaluation of an electronic hand hygiene monitoring system[J]. Am J Infect Control, 2023, 51(4): 376–379.
- [47] Awwad S, Tarvade S, Piccardi M, et al. The use of privacy-protected computer vision to measure the quality of healthcare worker hand hygiene[J]. Int J Qual Health Care, 2019, 31(1): 36–42.
- [48] 斯会欣, 姚孟颖, 赵建群, 等. 视频监控系统在我院PIVAS精细化管理中的应用[J]. 中国医疗设备, 2022, 37(1): 128–131.
- Jin HX, Yao MY, Zhao JQ, et al. Application of video monitoring system in fine management of PIVAS in our hospital [J]. China Medical Devices, 2022, 37(1): 128–131.
- [49] Abubeker KM, Baskar S. A hand hygiene tracking system with LoRaWAN network for the abolition of hospital-acquired infections[J]. IEEE Sens J, 2023, 23(7): 7608–7615.
- [50] Iversen AM, Hansen MB, Kristensen B, et al. Hand hygiene compliance in nursing home wards: the effects of feedback with lights on alcohol-based hand rub dispensers[J]. Am J Infect Control, 2024, 52(9): 1020–1024.
- [51] Iversen AM, Hansen MB, Alsner J, et al. Effects of light-guided nudges on health care workers’ hand hygiene behavior [J]. Am J Infect Control, 2023, 51(12): 1370–1376.
- [52] Guitart C, Robert YA, Lotfinejad N, et al. Assessing the accuracy of a new hand hygiene monitoring device (SmartRub®): from the laboratory to clinical practice[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2021, 10(1): 158.
- [53] Li H, Chawla S, Li R, et al. Wristwash: towards automatic handwashing assessment using a wrist-worn device[C]//Proceedings of the 2018 ACM International Symposium on Wearable Computers. New York, NY, USA: ACM, 2018: 132–139.
- [54] Wang CF, Jiang WW, Yang KN, et al. Electronic monitoring systems for hand hygiene: systematic review of technology [J]. J Med Internet Res, 2021, 23(11): e27880.
- [55] Pittet D, Allegranzi B, Boyce J, et al. The World Health Organization guidelines on hand hygiene in health care and their consensus recommendations[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2009, 30(7): 611–622.
- [56] Diefenbacher S, Sassenrath C, Tatzel J, et al. Evaluating healthcare workers’ hand hygiene performance using first-person view video observation in a standardized patient-care scenario[J]. Am J Infect Control, 2020, 48(5): 496–502.
- [57] de Kraker MEA, Tartari E, Tomczyk S, et al. Implementation of hand hygiene in health-care facilities: results from the WHO hand hygiene self-assessment framework global survey 2019[J]. Lancet Infect Dis, 2022, 22(6): 835–844.
- [58] Xiong L, Sheng G, Fan ZM, et al. Environmental design strategies to decrease the risk of nosocomial infection in medical buildings using a hybrid MCDM model[J]. J Healthc Eng, 2021, 2021: 5534607.
- [59] Kaveh MH, Motamed-Jahromi M, Hassanipour S. The effectiveness of interventions in improving hand hygiene compliance: a Meta-analysis and logic model[J]. Can J Infect Dis Med Microbiol, 2021, 2021: 8860705.
- [60] Eisenmann M, Rauschenberger V, Maschmann J, et al. Inte-

- ractive hygiene training using free open source software[J]. BMJ Open Qual, 2024, 13(4): e002861.
- [61] Ng YM, Or PLP. Coronavirus disease (COVID-19) prevention: virtual classroom education for hand hygiene[J]. Nurse Educ Pract, 2020, 45: 102782.
- [62] Glover KR, Bodzin A. Learner-centric design of a hand hygiene serious simulation game for grade 12 emerging health professional students[J]. TechTrends, 2021, 65(3): 379 – 393.
- [63] 郭梦茜, 张宁. 助推手卫生的行为干预策略[J]. 心理科学进展, 2022, 30(4): 863 – 876.
- Guo MQ, Zhang N. Behavioral intervention strategies to nudge hand hygiene[J]. Advances in Psychological Science, 2022, 30(4): 863 – 876.
- [64] Elia F, Calzavarini F, Bianco P, et al. A nudge intervention to improve hand hygiene compliance in the hospital[J]. Intern Emerg Med, 2022, 17(7): 1899 – 1905.
- [65] Chong CY, Catahan MA, Lim SH, et al. Patient, staff empowerment and hand hygiene bundle improved and sustained hand hygiene in hospital wards[J]. J Paediatr Child Health, 2021, 57(9): 1460 – 1466.
- [66] Shittu A, Hannon E, Kyriacou J, et al. Improving care for critical care patients by strategic alignment of quality goals with a physician financial incentive model[J]. Qual Manag Health Care, 2021, 30(1): 21 – 26.
- [67] Armstrong-Novak J, Juan HY, Cooper K, et al. Healthcare personnel hand hygiene compliance: are we there yet?[J]. Curr Infect Dis Rep, 2023, 25(7): 123 – 129.
- [68] Abd Rahim MH, Ibrahim MI. Hand hygiene knowledge, perception, and self-reported performance among nurses in Kelantan, Malaysia: a cross-sectional study[J]. BMC Nurs, 2022, 21(1): 38.
- [69] Chen WL, Tseng CL. What are healthcare workers' preferences for hand hygiene interventions? A discrete choice experiment[J]. BMJ Open, 2021, 11(11): e052195.

(本文编辑:陈玉华)

本文引用格式:许欣宜,缪长宏,高颖,等.医务人员手卫生管理的现代化策略[J].中国感染控制杂志,2025,24(8):1150 – 1157.
DOI:10.12138/j.issn.1671 – 9638.20252019.

Cite this article as : XU Xinyi, MIAO Changhong, GAO Ying, et al. Modernization strategies for healthcare workers' hand hygiene management[J]. Chin J Infect Control, 2025, 24 (8): 1150 – 1157. DOI: 10.12138/j.issn.1671 – 9638.20252019.