

医疗机构环境表面 清洁与消毒管理规范精要

杭州市疾病预防控制中心
倪晓平

- **HAI**s是一个全球性的公共卫生问题，尤其是日益增多的耐药菌(**MDROs**)更是对医疗机构的严峻挑战，尤其是在**ICU**，每日需要处理有多种感染危险因素的危重患者，包括侵入性操作、手术、免疫抑制、长时间暴露于抗菌药物的治疗等。
- 相关证据表明，高接触表面和病床周围设备的污染非常普遍。患者周围的环境中挤满了用于监测和生命支持的设备，这些都需要有专门的清洗与消毒程序。

1. Russotto V, et al. Infect Drug Resist, 2015;8:287
2. Cortegiani A, et al. PLoS ONE, 2016, 11(8)e0160643



Epidemiology and Control of Nosocomial Infections in Adult Intensive Care Units

ROBERT A. WEINSTEIN, M.D., Oregon, USA

- **Weinstein**等估计：
ICU患者发生感染的
40% ~ 60%为内源性的，
20% ~ 40%由
HCWs手引发的交叉感
染，**20% ~ 25%**与抗
生素暴露引发菌群失调
有关，**20%**则与污染
的环境有关。

Patients in intensive care units (ICUs) have been described as a reservoir for nosocomial infections. Standard measures of infection and improving care of intensive care patients have little effect on patient endogenous flora, which is an important source of infection. Improved hand hygiene and strict aseptic technique and aseptic care of invasive devices have been shown to reduce the incidence of colonization and transmission of infection in intensive care units. Infection prevention and control measures of selective decontamination to decrease colonization with antibiotic-resistant organisms, basic hygiene and appropriate, prompt antibiotic therapy, and early removal of invasive devices remain essential components of ICU care.

Patients in intensive care units (ICUs) have nosocomial infection rates that are as much as 20 times higher than those in other hospital wards [1]. The major sites affected by ICU infections include the respiratory tract (48%), urinary tract (24%), bloodstream (14%), and surgical wounds (8%). These sites of infection reflect the nature of the patient population in ICUs. Patients in ICUs are frequently intubated, receiving mechanical ventilation, urinary bladder catheters, and central venous catheters. Continuous monitoring, and surgery, respectively. **I**nfectious agents isolated from ICU patients include gram-negative bacilli, particularly *Enterobacter cloacae*, *Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli*, and *Enterococcus* (9%), and *Candida* (5%) [2]. In this article, we will review the epidemiology of nosocomial infections traditionally undertaken in ICUs, why these measures have failed to prevent infection with the major pathogens, and what we have learned from these failures, and what we have yet to do in this decade.

TRADITIONAL CONTROL MEASURES

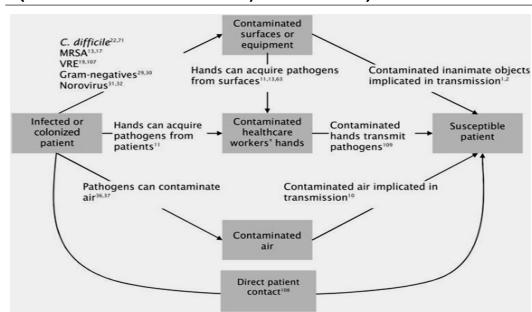
Currently, the most widely used method primarily on decreasing person to person spread of pathogens is the use of standard precautions based on hand washing and isolating or cohorting infected patients [3]. The goal of these measures is a basic way to halt the progression from colonization to infection. In addition, such asuffed vascular catheters, involves a "barrier" technique to prevent the entry of microorganisms into the body. In ICUs that have frequently rotating health-care workers, such as intensivists, simply having less frequent hand washing may increase the risk of transmission.

DEVICES

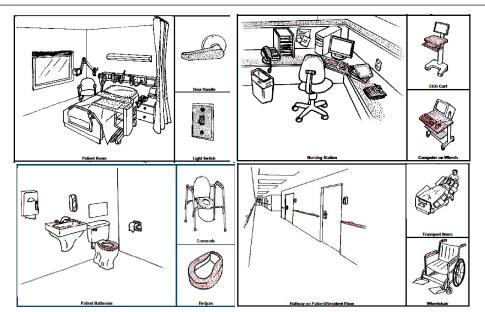
As discussed elsewhere in this symposium, more significant strides have been made in aseptic care and design of mechanical ventilators [4], vascular access devices [5], and central venous catheters [6,7], and urinary drainage systems [8]. Despite success in improving the design of these devices, problems such as cuffed vascular catheters, involve a "barrier" technique to prevent the entry of microorganisms into the body. In ICUs that have frequently rotating health-care workers, such as intensivists, simply having less frequent hand washing may increase the risk of transmission.

October 16, 1991 The American Journal of Medicine Volume 90 Number 4B 38-179

院内感染流行的3个环节示意图 (Otter JA et al. ICHE 2011; 32:687-699)



病房环境表面耐药菌污染严重



病原体在无生命环境表面存活时间

病原体	存活时间	感染剂量
MRSA	7d ~ 7m	4cfu
CD	> 1y	7个孢子
不动杆菌	3d ~ 5m	250cfu
VRE	5d ~ 4m	< 10³cfu
诺如病毒	8h ~ 7d	10 ~ 100颗粒

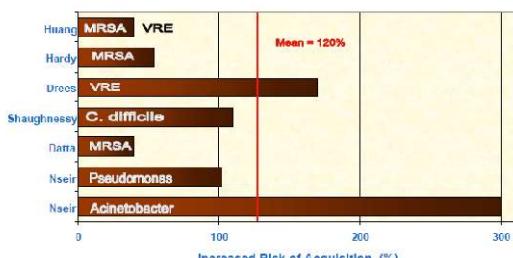
Kramer, BMC Infect Dis, 2006; Dancer SJ, LID 2008;
Chiang, Crit Care Med 2009; Dancer 2007, Hardy 2007

病毒在环境表面存活时间

作 者	发表	病 毒	存活时间
van Doremalen	2013	MERS -CoV	48h
Couillette	2013	H1N1	1h ~ 6d
Chan	2011	SARS-CoV	2d ~ 20d
Bond	1981	HBV	> 1 week
Barre-Sinoussi	1985	HIV	> 1 week
Abad	2001	轮状病毒	6d~60d

van Doremalen N, et al: Euro Surveill, 2013,18:20590;
Chan HK, et al: Adv Viro, 2011,734690;
Couillette AD, et al: Appl Environ Microbiol, 2013,79:2148;
Abad FX, et al: App Environmental Microbiol, 2001,67:3904

入住曾经是感染/定植居住的病房 增加感染风险 (8个研究结果)



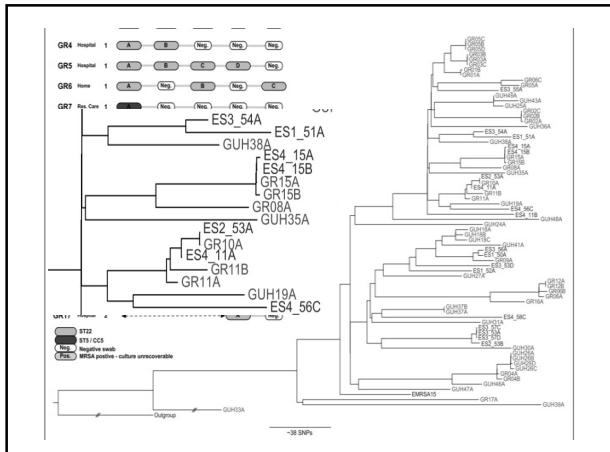
Harrison et al. Genome Medicine, 2016, 8:102
DOI 10.1186/s13073-016-0353-5

Genome Medicine

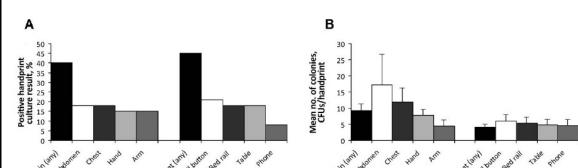
RESEARCH

Transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in long-term care facilities and their related healthcare networks

- 在英格兰和爱尔兰两家医院开展**MRSA**传播的流行病学调查，采用全基因序列技术（**WGS**），令人信服地证实**MRSA**在医院内传播，污染的环境是患者**MRSA**感染的重要来源。
- **MRSA**通过转诊在不同医院内进行播散。研究为医疗机构环境清洁的重要性提供分子生物学的证据。



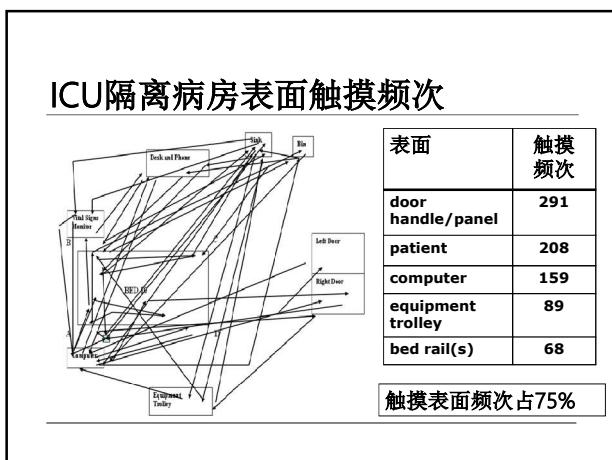
接触环境表面与MRSA定植者皮肤后 手部MRSA的污染比对



接触环境与患者皮肤后手部同样会被污染

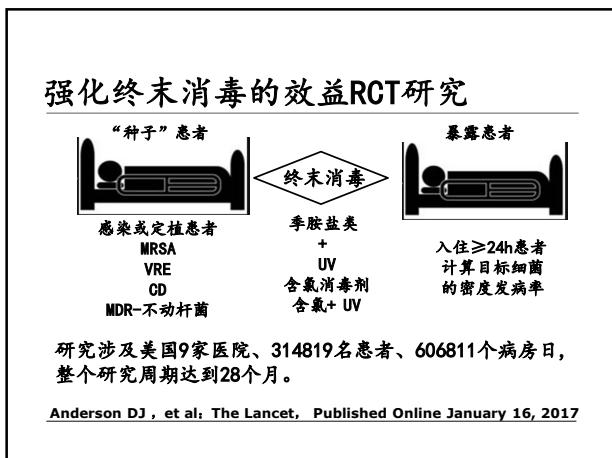
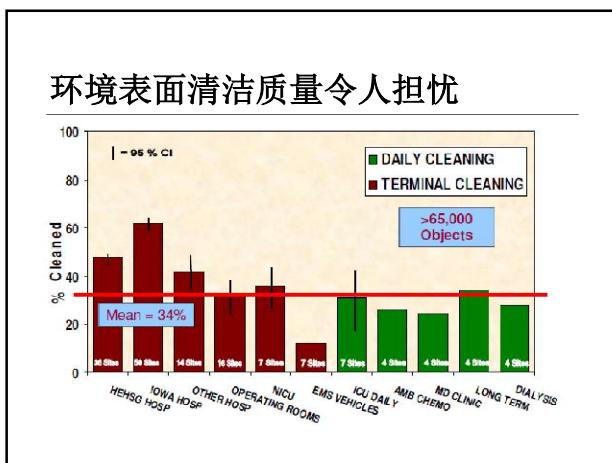
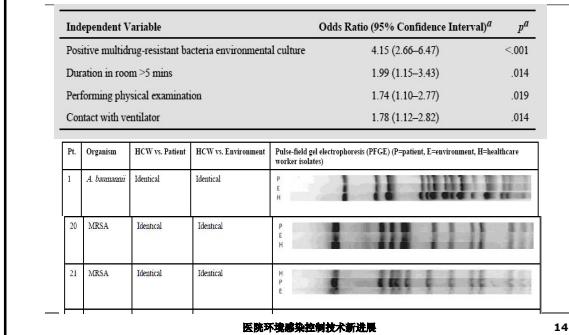
接触环境与患者皮肤后手部污染
MRSA的平均数量无统计学意义

Stiefel, et al. Infect Control Hosp Epidemiol, 2011, 32: 185



污染环境HCWs手污染最大来源

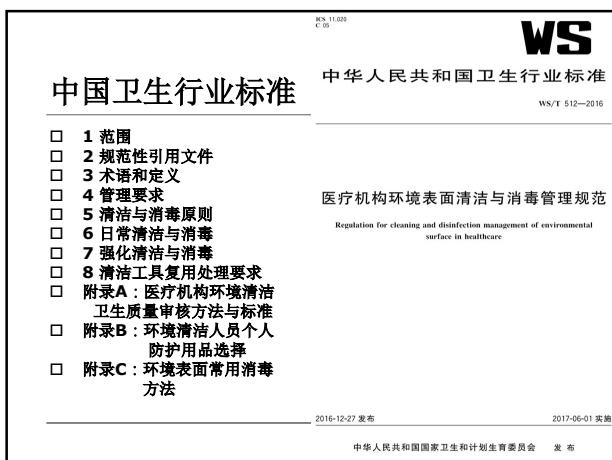
Morgan DJ et al : Crit Care Med. 2012; 40: 1045



医院保洁不同于宾馆清洁

- 宾馆清洁
 - 清除尘埃与杂物、床与环境表面清洁整齐，质量审核以目测为主。
- 医院保洁，宾馆清洁PLUS
 - 环境表面广泛的、频繁的病原微生物污染，应采用医院级的消毒剂；
 - 按SOP要求开展清洁与消毒；
 - 清洁质量定期监测，采用微生物技术、荧光标记技术、ATP等；结果反馈；
 - 上岗培训：医院感染基础、消毒技术、个人防护技术等，接受继续教育。





标准适用范围

- 本标准规定了医疗机构建筑物内部表面与医疗设备表面的清洁与消毒的管理要求、清洁与消毒原则、日常清洁与消毒、强化清洁与消毒、清洁工具复用处理要求等。
- 本标准适用于各级各类医疗机构。承担环境清洁服务的机构可参照执行。

术语与定义

□ 3.4 清洁单元 cleaning unit

邻近某一患者的相关高频接触表面为一个清洁单元，如该患者使用的病床、床边桌、监护仪、呼吸机、微泵等视为一个清洁单元。



□ 3.5 高频接触表面 high-touch surface

患者和医务人员手频繁接触的环境表面，如床栏、床边桌、呼叫按钮、监护仪、微泵、床帘、门把手、计算机等。



环境感染风险划分的依据

- 根据是否有患者居住，是否有患者血液、体液等感染性物质的存在，对环境感染存在潜在感染危害程度进行感染风险区域的划分；
- 该区域的划分可以在院感人员的指导或协助下完成；为医疗机构内部制定不同的清洁与消毒策略提供依据。



环境感染风险划分的级别

□ 3.12 低度风险区域 low-risk area

基本没有患者或患者只作短暂停留的区域。如行政管理部门、图书馆、会议室、病房等。

□ 3.13 中度风险区域 medium-risk area

有普通患者居住，患者体液、血液、排泄物、分泌物对环境表面存在潜在污染可能性的区域。如普通住院病房、门诊科室、功能检查室等。

□ 3.14 高度风险区域 high-risk area

有感染或定植患者居住的区域以及对高度易感患者采取保护性隔离措施的区域，如感染性疾病科、手术室、产房、重症监护病区、移植病房、烧伤病房、早产儿室等。

表1 不同等级的风险区域的日常清洁与消毒管理

风险分类	环境清洁分级分类	方式	频率(次/d)	标准
低度风险区域	清洁级	湿式卫生	1~2	要求达到区域内环境干净、干燥、无尘、无污垢、无碎屑、无异味等。
中度风险区域	卫生级	湿式卫生，可采用清洁剂辅助清洁	2	要求达到区域内环境表面菌落总数≤10cfu/cm ² ，或自然菌减少1个对数值以上。
高度风险区域	消毒级	湿式卫生，可采用清洁剂辅助清洁 高频接触的环境表面，实施中、低水平消毒	≥2	要求达到区域内环境表面菌落总数符合GB 15982要求。

注1：各类风险区域的环境表面一旦发生患者体液、血液、排泄物、分泌物等污染时应立即实施污点清洁与消毒。

注2：凡开展侵入性操作、吸痰等高度危险诊疗活动结束后，应立即实施环境清洁与消毒。

注3：在明确病原体污染时，可参考WS/T 367提供的方法进行消毒。

5 清洁与消毒原则

- 5.1** 应遵循先清洁，再消毒的原则，采取湿式卫生的清洁方式。
- 5.6** 清洁病房或诊疗区域时，应有序进行，由上而下，由里到外，由轻度污染到重度污染；有多名患者共同居住的病房，应遵循清洁单元化操作。



- 5.13** 环境表面不宜采用高效消毒剂进行日常消毒。使用中的新生儿床和暖箱内表面，日常清洁应以清水为主，不应使用任何消毒剂。
- 5.14** 不应将使用后或污染的擦拭布巾或地巾重复浸泡至清洁用水、使用中清洁剂和消毒剂内。



8 清洁工具复用处理要求

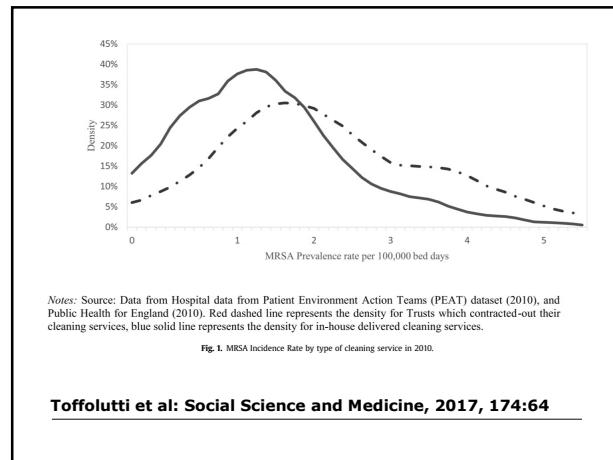
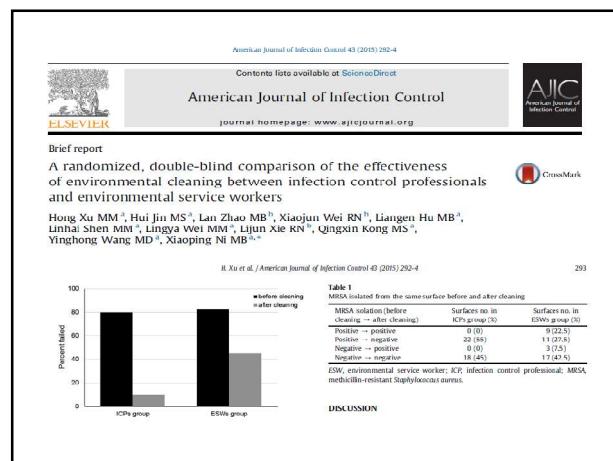
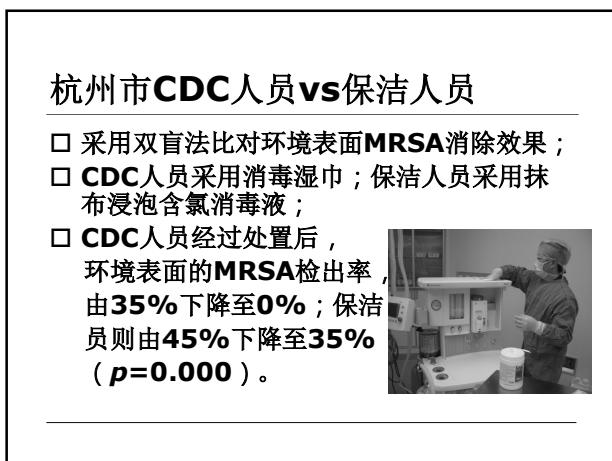
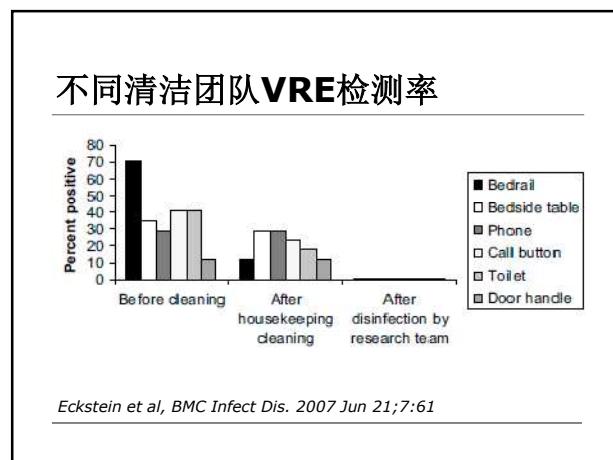
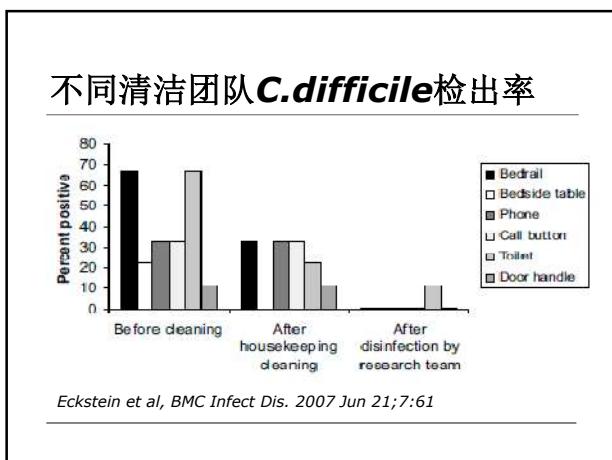
- 8.1** 医疗机构宜按病区或科室的规模设立清洁工具复用处理的房间，房间应具备相应的处理设施和储存条件，保持环境干燥、通风换气。
- 8.2** 清洁工具的数量、复用处理设施应满足病区或科室规模的需要。



- 8.3** 清洁工具使用后应及时清洁与消毒，干燥保存，其复用处理方式包括手工清洗和机械清洗。
- 8.3.1** 清洁工具的手工清洗与消毒应执行WS/T 367的要求。
- 8.3.2** 有条件的医疗机构宜采用机械清洗、热力消毒、机械干燥、装箱备用的流程。热力消毒要求A₀值达到600，相当于80℃作用10min，90℃作用1min，或93℃作用30s。

保洁员团队是感控重要的组成部分

- 医院保洁不同于宾馆保洁与家政服务；
- 医院保洁人员的作用与地位；
- 医院管理 **vs** 保洁人员管理；
- 保洁依从性与持续质量改进；
- 保洁人员的现状不容乐观；
- 医院保洁的规范化培训；
-



American Journal of Infection Control ■■■(2017) ■■■

Contents lists available at ScienceDirect
American Journal of Infection Control
journal homepage: www.ajicjournal.org

AJIC
American Journal of Infection Control

Brief Report
Knowledge, attitudes, and practices regarding environmental cleaning among environmental service workers in Chinese hospitals
Kaiven Ni MPH^a, Bingbing Chen MM^b, Hui Jin MS^b, Qingxin Kong MS^b, Xiaoping Ni MB^b, Hong Xu MM^{b,c,*}

Table 1
Demographic information from survey respondents in 3 hospitals

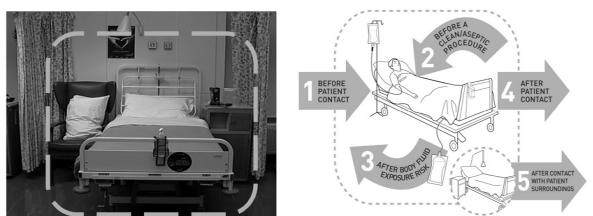
Demographics	Total (N = 129)	Hospital A (n = 47)	Hospital B (n = 42)	Hospital C (n = 40)	P value
Sex					
Male	35 (27.1)	4 (9.3)	18 (42.9)	13 (32.5)	.001
Female	94 (72.9)	43 (90.7)	24 (57.1)	27 (67.5)	
Education level					
Illiterate	18 (14.0)	15 (31.9)	3 (7.1)	0 (0.0)	.001
Primary school	60 (46.5)	17 (36.2)	20 (47.6)	23 (57.5)	
Junior high school	46 (35.5)	15 (31.9)	11 (26.3)	14 (35.0)	
Senior high school	5 (3.9)	0 (0.0)	2 (4.8)	3 (7.5)	
Age, y	51.6 ± 6.4	50.4 ± 6.3	51.5 ± 5.6	53.1 ± 7.1	.137
Service year	4 (10.80)	2 (0.9-4.6)	8 (3.0-10.0)	2.5 (0.7-4.0)	.001

NOTE: Data are shown as mean ± SD, n (%), median (interquartile range), or as otherwise indicated.

清洁单元 (cleaning unit)

- 《医院环境物体表面清洁与消毒最佳实践》，**2012年**，上海科技出版社；
 - 以临近患者诊疗区域内所有环境物表表面为一个清洁单元；进入下一个单元时，更换相关清洁工具与用品，以避免交叉污染。
- 

清洁 (患者) 单元图例



清洁行为的研究

- 重复使用的抹布，不仅将细菌传播给所有相关的表面，同时抹布上细菌载荷在不断增加。

Study on the effectiveness of disinfection with wipes against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and implications for hospital hygiene
Ee Lam Cheng, MSc, RN,^a Maureen Valerie Boos, MD, DMH,^a MPH,^b and Joanne Wai Yee Chung, PhD,^c
Am J Infect Control, 2011,39:577



连续清洁过程

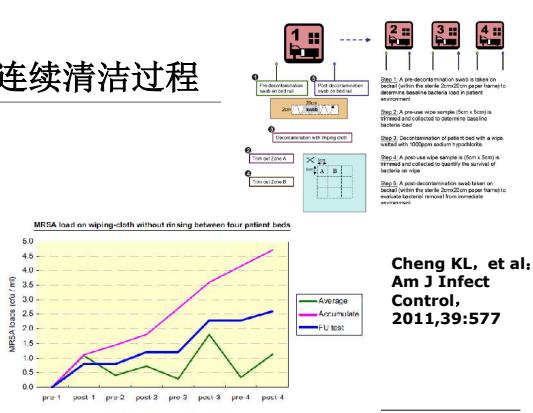


Fig. 1 Contact agar plate cultures showing bacterial colonies recovered from a patient's overbed table before (left) and after (right) the surface was cleaned by a housekeeper using contaminated quaternary ammonium disinfectant. Colonies on right are *Serratia marcescens* and *Achromobacter xylosoxidans*

Boyce, *Antimicrobial Resistance Infect Control, 2016,5:10*

American Journal of Infection Control 44 (2016) 520–524

Contents lists available at ScienceDirect

American Journal of Infection Control

journal homepage: www.ajicjournal.org

AJIC
American Journal of Infection Control

CrossMark

Major article

Control of endemic extensively drug-resistant *Acinetobacter baumannii* with a cohorting policy and cleaning procedures based on the 1 room, 1 wipe approach

Fig 1. Changes in the intensive care units' monthly incidence rates of extensively drug-resistant *Acinetobacter baumannii*-infected patients.

Journal of Critical Care 41 (2017) 216–221

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Critical Care

journal homepage: www.jccjournal.org

CrossMark

Sequential enhanced cleaning eliminates multidrug-resistant organisms in general intensive care unit of a traditional Chinese medicine hospital^{a,*}

Tier Gan^a, Hong Xu^b, Jianhong Wu^{c*}, Yueyan Zhu^a, Lanfang Wang^c, Hui Jin^b, Lingya Wei^b, Linhai Shen^b, Xiaoping Ni^b, Junmin Cao^c, Ying Zhang^c

MRSAs
ESBLs
VRE
Average

Fig. 2. Impact of sequential enhanced cleaning and disinfection measures on MDRO decontamination of high-touch surfaces in ICU. Period 1: baseline period; period 2: using 1 clean microfiber cloth for each patient zone; period 3: fluorescent markers and ATP assay use and feedback; period 4: using 3 clean microfiber cloths for each patient zone; and period 5, withdrawal of the intervention of fluorescent markers and ATP assay.

消毒湿巾有效清除设备表面细菌

- 消毒湿巾有效杀灭细菌；
- 消毒湿巾不需要清除残留物，对设备兼容性好；
- 决定好产品的因素：
 - 杀菌谱；
 - 湿度：**0.6g/cm²**；
 - 载体材质。

Flat Caps

WS
中华人民共和国卫生行业标准
WS 179—2017

卫生湿巾

卫生湿巾卫生要求
Hygiene requirements for wet wipes

- 属于第三类消毒产品
- 无需做卫生安全评价
- 产品销售只需要三证
 - 卫生许可证
 - 营业执照
 - 检验报告（杀灭率≥ 90%）

清洁用品的复用

- 热力是清洁拖把、抹布的首选。
- 拖把使用后立即将拖把头浸泡在次氯酸盐溶液 (**4000ppm**) 中 **2min**，结果**13**个样本中仍有**3**份标本检出残存细菌。

Scott E, et al: J. Appl. Bacteriol. 1990;68:279-83.

传统清洁工具的消毒方法

- 临时自行配制，目前国内最采用消毒剂是含氯消毒剂，要求现配现用，由于该类消毒剂较易挥发，故要求**24h**内使用；
- 含氯消毒剂对环境不友好，对人体有刺激，金属腐蚀，织物漂白；
- 投入消毒溶液的清洁工具均为含水分，故有对消毒溶液稀释作用；
- 含氯消毒剂对织物损伤严重，减少使用频次。

传统的清洁工具复用方法无法干燥保持

- 有研究证实，潮湿拖把成为重度微生物污染的媒介，在清洁过程中播散污染。采用污染的抹布擦硬质表面，抹布不仅会污染操作者的手，同时会对其它设备和表面的再污染。
- 推荐各医疗机构建立拖把、抹布的使用、复用、维护与保存的标准化策略。

Westwood JC, et al: Appl. Microbiol. 1971;21:693-7.
Scott E, et al: J. Appl. Bacteriol. 1990;68:271-8.

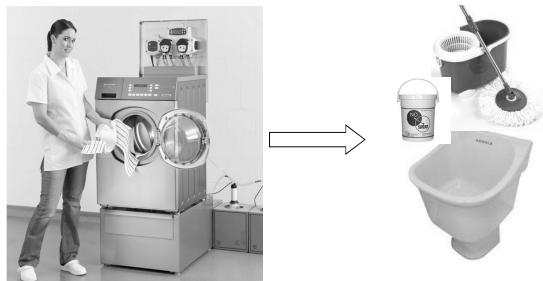
清洁？污染？



交叉污染隐患



现代复用方式取代传统方法



欧洲某医院洗衣房



清洁与污染区



清洁用品的复用



英国国家清洁工具的颜色编码

- 英国卫生部要求所有境内医疗机构对清洁工具采用颜色编码，如抹布、拖把、水桶、手套等。

National colour coding scheme for hospital cleaning materials and equipment	
<small>All NHS organisations should adopt the colour code below for cleaning materials. All cleaning items should be colour coded. This also includes those items used to clean catering departments.</small>	
Red	Bathrooms, washrooms, showers, toilets, basins and bathroom floors
Blue	General areas including wards, departments, offices and basins in public areas
Green	Catering departments, ward kitchen areas and patient food service at ward level
Yellow	Isolation areas

Colour Coding Hospital Cleaning Materials and Equipment: Safer Practice Notice 15 (National Patient Safety Agency, January 2007)

清洁剂/消毒剂自动配制



小型清洗与干燥设备



规范环境清洁与消毒

- 医疗机构内污染的表面证实是病原微生物传播的重要来源。本研究表明干燥表面生物膜 (**dry surface biofilms**) 广泛分布，且包含病原体和多重耐药菌 (**MROs**)。高频接触表面的生物膜对患者而言，可以长时间存在，且证实生物膜内的病原微生物可以传播，因此更具感染危险性。
- 采用培养 (定性) qPCR 鞭向 **16S rRNA** 基因检测 (微生物载量: 细菌/cm²)，**16S rRNA** 扩增测序 (细菌种类鉴定) 以及扫描电镜 (SEM) 或共聚焦激光扫描显微镜 (CLSM) 观察。

de Melo CD, et al: Lett Appl Microbiol, 2019 Feb 13.

- 经可见光染色 (**viability staining**) 和 CLSM 观察证实，在微生物培养阴性的表面中，有 **76.7%** 表面可见活的细菌存在。显微镜观察证实 **57** 份 (**100%**) 表面均有生物膜存在。这表明当前的清洁措施不够理想，导致生物膜内部的 **MROs** 免于消毒剂暴露。
- 平均细菌载量：**1.32×10⁴ cfu/cm²**，新生儿奶瓶、床架、床垫电脑键盘污染最严重。细菌培养阳性率 **45.6% (26/57)**，其中 **4/26** 为 **MROs**。基因检测发现 **ESKAPE** 检出率为 **51.8%**。

de Melo CD, et al: Lett Appl Microbiol, 2019 Feb 13.

EDITORIAL COMMENTARY

Federal Funding for the Study of Antimicrobial Resistance in Nosocomial Pathogens: No ESKAPE

The Journal of Infectious Diseases 2008; 197:1079–81
This article is in the public domain, and no copyright is claimed.
DOI: 10.1086/533452
Louis Stokes Cleveland VA Medical Center and Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio

□ ESKAPE病原体包括：

- 屎肠球菌 (*Enterococcus faecium*)
- 金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*)
- 肺炎克雷伯菌 (*Klebsiella pneumoniae*)
- 鲍曼不动杆菌 (*Acinetobacter baumannii*)
- 铜绿假单胞菌 (*Pseudomonas aeruginosa*)
- 肠杆菌 (*Enterobacter species*)

□ 生物膜是一种复杂的微生物结架构 (architectures)，它吸附于表面并将微生物包裹在自产的含水的高分子物质组成的细胞外基质 (extracellular polymeric substances, EPSs)。

□ 在生物膜中，细菌可以耐干燥、耐消毒剂，抵御恶劣的环境条件。微生物形成生物膜后大大提高了环境中细菌的生存能力与生存期限，导致环境长期污染。

de Melo CD, et al: Lett Appl Microbiol. 2019 Feb 13.

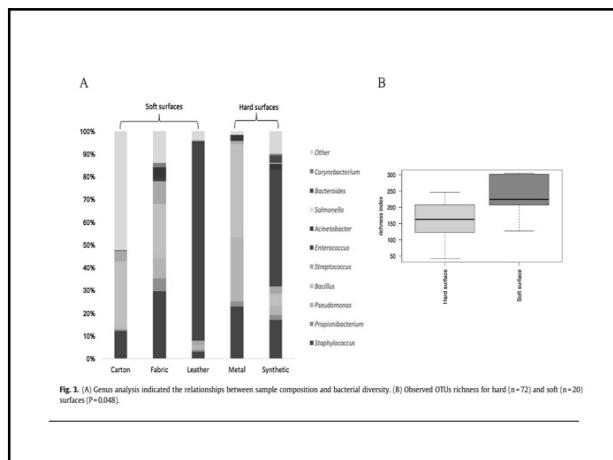
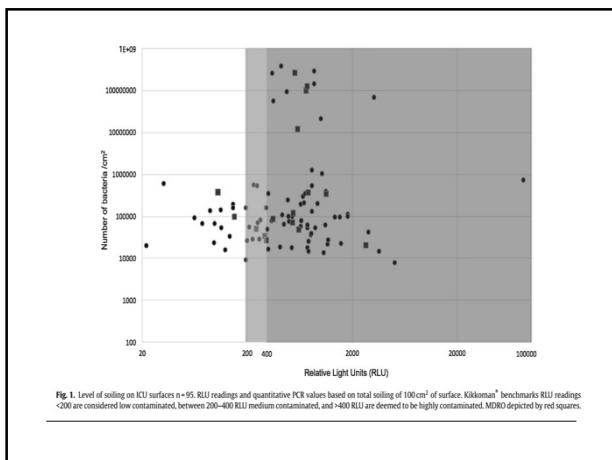
SICU电话机键盘扫描电镜显示EPS覆盖生物膜

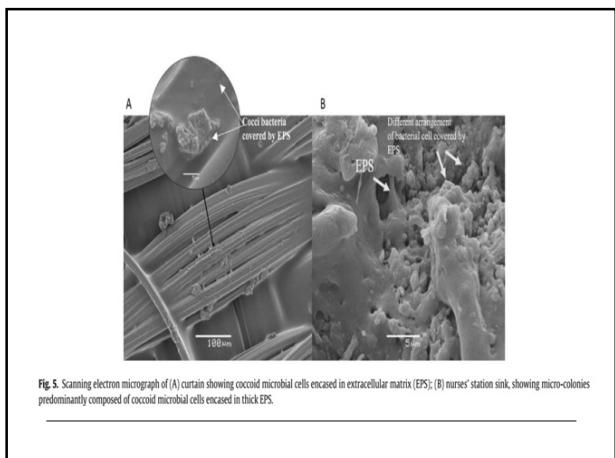
Characterization of microbial community composition, antimicrobial resistance and biofilm on intensive care surfaces
Khalid Jahan^{a,b,c}, Danya Abusaud^a, Dayne M. Costa^a, Honghua He^a, Greg Whiteley^b, Anand Deva^a, Karen Vickery^a

□ ATP检测显示，多数 (61%) ICU表面被严重污染。

□ 最常见的是葡萄球菌、丙酸杆菌、假单胞菌、芽孢杆菌、肠球菌、链球菌和不动杆菌。采用显微镜技术证实有70% (14/20) 的表面存在生物膜。

□ 尽管定期实施环境清洁与消毒，表面仍发现生物膜和MROs，表明生物膜不受常规清洁的控制。





Accepted Manuscript

Intensive care unit environmental surfaces are contaminated by multidrug-resistant bacteria in biofilms: combined results of conventional culture, pyrosequencing, scanning electron microscopy, and confocal laser microscopy

H. Hu, K. Johari, I. Godsell, A.S.W. Jacobs, A. Alimatroud, G.S. Whiteley, A.K. Doyal, S. Jensen, K. Vickery

PII: S0195-6701(15)00258-3

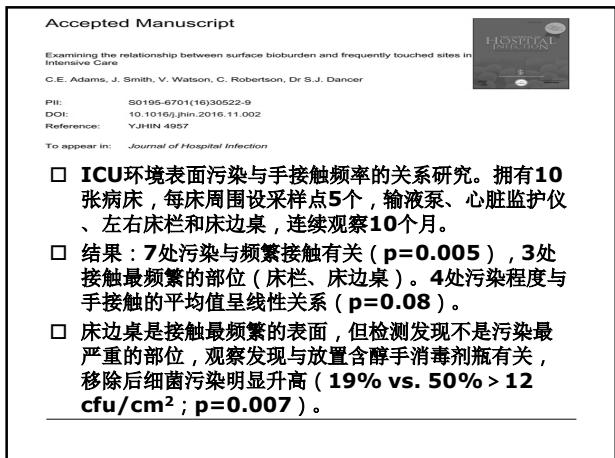
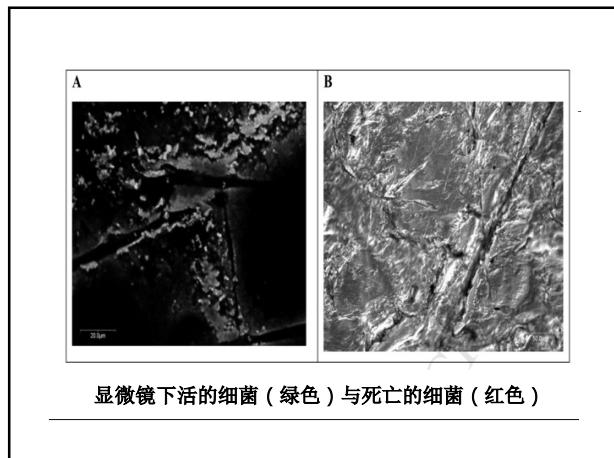
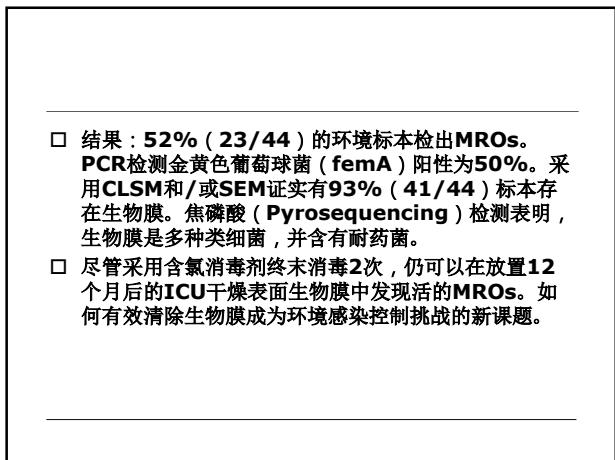
DOI: 10.1016/j.jhin.2015.05.016

Reference: YJHIN 4577

To appear in: Journal of Hospital Infection



- 澳大利亚某三甲医院ICU退役，采用破坏性采样方法对不同环境和物品表面进行微生物采样。
- ICU环境采用500mg/L含氯消毒剂2次终末消毒，并放置了12个月。然后用切割工具对床上用品、周围环境和家具进行采样。
- 接种于显色培养基，细菌采用Vitek2 system鉴定。环境标本同时采用共聚焦激光扫描显微镜（CLSM）和扫描电镜（SEM）进行观察。



- ICU环境表面污染与手接触频率的关系研究。拥有10张病床，每床周围设采样点5个，输液泵、心脏监护仪、左右床栏和床边桌，连续观察10个月。
- 结果：7处污染与频繁接触有关 ($p=0.005$)，3处接触最频繁的部位（床栏、床边桌）。4处污染程度与手接触的平均值呈线性关系 ($p=0.08$)。
- 床边桌是接触最频繁的表面，但检测发现不是污染最严重的部位，观察发现与放置含醇手消毒剂瓶有关，移除后细菌污染明显升高 (19% vs. 50% > 12 cfu/cm²; $p=0.007$)。



Research Article

Changes in the Expression of Biofilm-Associated Surface Proteins in *Staphylococcus aureus* Food-Environmental Isolates Subjected to Sublethal Concentrations of Disinfectants

Lenka Cincarova,¹ Ondrej Polansky,² Vladimir Babak,¹ Pavel Kulich,³ and Petr Kralik¹

- 某些消毒剂的亚致死浓度 (**sublethal concentrations , sub-MICs**) 无法有效清除无生命的表面 (**abiotic surfaces**) 的生物膜，甚至可以促进生物膜的形成。
- 细菌可以适应了这些低浓度的消毒剂，并通过形成生物膜来保护自己。

- 采用采用市售消毒剂，乙醇或氯胺T (**chloramine T**) 在**sub-MICs**条件下培养，观察金葡菌形成生物膜的能力 (强 : **B+++** , 中 **B++** , 弱 **B+**)，并采用 **Syto9**绿色荧光核酸染色进行定量分析。
- 乙醇浓度在 **0.63 ~ 5% (v/v)** 时分离到高强度生物膜形成 **B+++**，几乎同样促进生物膜形成。
- 经过氯胺T处理后，具有统计学意义生物膜形成的 **B+++**，发生在 **1250 µg/mL** 和 **2500 µg/mL**。当浓度在 **5000 µg/mL** 时，没有发生生物膜的形成。

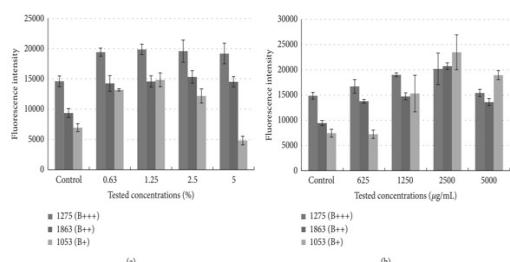


Figure 1: Syto9 quantification of 3 biofilm forming isolates of *S. aureus* treated with different concentrations of ethanol or chloramine T. Strong biofilm former (B+++), moderate biofilm former (B++) and weak biofilm former (B+) were treated with increasing concentrations of ethanol (a) or chloramine T (b) and biofilm quantity was determined by Syto9 labeling. Graphs show biofilm levels in samples cultivated with disinfectants versus controls (samples cultivated without disinfectants). Columns represent mean values of fluorescence and vertical bars represent 95% confidence intervals regarding the means.

- 细菌对消毒剂的耐受性增加会增加交叉污染的风险。在长期的进化过程中细菌通过形成生物膜来保护自己免于消毒剂的杀灭。当消毒剂渗透生物膜的基质，其浓度会大大下降，从而不足以有效杀灭其中的细菌。本研究显示，乙醇和氯胺T在**sub-MICs**浓度之下会促进细菌形成生物膜，给环境表面清洁与消毒带来极大的挑战。



Copyright © Nature Publishing Group
<http://www.liebertpub.com/policies/>