

Schlüsselwörter

Desinfektion
Flächendesinfektion
Compliance
Infektionsprophylaxe

Keywords

Disinfection
Hard surface disinfection
Environmental hygiene
Compliance
Infection prevention

*Korrespondierender Autor

Dr. Bernhard Meyer
ECOLAB Deutschland GmbH
Ecolab-Allee 1
D-40789 Monheim am Rhein
E-Mail: bernhard.meyer@ecolab.com

Bernhard Meyer^{1*}, Nadine Göhring¹, Ellie Wishart²

1 Ecolab Deutschland GmbH, Ecolab Allee 1, 40789 Monheim am Rhein, Deutschland
2 Ecolab United Kingdom, Lotherton Way, Garforth, Leeds, LS25 2JY, Vereinigtes Königreich

Der Beitrag der Flächendesinfektion zur Infektionsprophylaxe im Gesundheitswesen

The contribution of surface disinfection to prevent health care acquired infections

Zusammenfassung

Obwohl verstärkt Evidenz zur Bedeutung der Flächendesinfektion in der Infektionsprophylaxe publiziert wurde, ist die Durchführung in vielen Fällen immer noch mangelhaft. Diese kurze Übersicht fasst Publikationen zur Kontamination unbelebter Flächen im Gesundheitswesen und deren Bedeutung für die Infektionsübertragung zusammen. In diesem Zusammenhang wurden neben Berichten über grampositive Bakterien vermehrt auch solche über gramnegative Bakterien und Viren gefunden. Der Stellenwert der Flächendesinfektion für die Verhütung der Übertragung von Infektionen ist in der internationalen Fachliteratur eindeutig belegt. Eine Verbesserung der Flächendesinfektion senkt Infektionsraten und kann eher durch ein Monitoring des Desinfektionsprozesses und Feedback an das Personal als durch eine Ergebniskontrolle erreicht werden.

Hyg Med 2015; 40 [5]: 188–191

Summary

While an increasing body of evidence has been published on the relevance of surface disinfection to prevent healthcare acquired infections (HAIs), execution is still poor in many cases. This short review summarizes recent publications on the contamination of inanimate surfaces in healthcare and the relevance in the spread of infection. In addition to reports of infections caused by Gram-positive bacteria, infections caused by Gram-negative bacteria and viruses are increasingly reported. The relevance of sur-

face disinfection in the prevention of spread of infection is well proven in international literature. Improvement in surface disinfection decreases infection rates and can be achieved by monitoring the disinfection process and feedback to cleaning staff, rather than reporting a level of contamination or a score of cleanliness.

Einleitung

Bei der vorliegenden Übersicht handelt es sich um eine Aktualisierung einer Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2010 [1]. Seitdem wurde eine große Menge Evidenz zum Beitrag der Flächendesinfektion zur Infektionsprävention im Gesundheitswesen publiziert, was eine noch bessere Beschreibung dieses Beitrags ermöglicht. Während im Jahr 2007 der Flächendesinfektion – abgesehen von Ausbruchssituationen – eine noch eher nebensächliche Bedeutung beigemessen wurde, wird in der neueren Literatur die mikrobielle Kontamination von unbelebten Flächen als Auslöser einer signifikanten Anzahl von Krankenhausinfektionen gesehen [2–4]. In 2013 schlussfolgerte Donskey, dass zunehmend Evidenz vorliegt, die nahelegt, dass eine Verbesserung der Flächendesinfektion die Übertragung von Krankheitserregern verhindern kann [5].

Derzeitige Praxis und Optimierungspotenzial

Nach wie vor wird über eine mangelhafte Durchführung der Flächendesinfektion berichtet. So berichten Latham und Cooper

über eine Compliance von nur 47% bei der Desinfektion von Geräten, die zur Rehabilitation in einem Akutkrankenhaus benutzt wurden [6]. Allein durch das gezielte Platzieren von Desinfektionstüchern konnte diese Rate auf 74 % gesteigert werden. In zwei großen Studien fanden Carling et al. eine Compliance-Rate von nur 48 bis 49 % bei der Reinigung bzw. Desinfektion häufig berührter Flächen [7, 8]. Ein Verbesserungsbedarf ist also nach wie vor zu erkennen.

Tatsächliche Kontamination von Flächen in der Praxis

Für grampositive Bakterien wird allgemein eine hohe Tenazität (Umweltresistenz) beschrieben [9]. Vancomycin-resistente *Enterococcus faecium* wurden noch über zwei Jahre nach dem Antrocknen auf Oberflächen kulturell nachgewiesen [10]. Es ist daher nicht überraschend, dass in der Praxis z. B. Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) auf 3,3 bis 5% der untersuchten Oberflächen gefunden wurden [11, 12]. Dass die Kontamination von Flächen mit *S. aureus* mit der nasalen Besiedlung von Patienten korreliert, ist ebenfalls nicht überraschend [13]. *Clostridium difficile* wurde auf 34 % der Flächen gefunden, in Räumen mit besiedelten/infizierten Patienten auf 48 % [14]. Faires et al. fanden MRSA und *C. difficile* auf 11,8 % bzw. 2,4 % der untersuchten Flächen in drei kanadischen Krankenhäusern [15].

In den letzten Jahren mehren sich Berichte, dass auch gramnegative Bakterien auf unbelebten Flächen gefunden werden. So wurde z. B. *Acinetobacter baumannii* in 48 % der untersuchten Räume gefunden [16]. Rose et al. untersuchten das Vorkommen multiresistenter gramnegativer Bakterien auf Handkontaktflächen (z. B. Türen) in der Nähe von Krankenhäusern [17]. Sie wiesen in knapp 1 % der Proben multiresistente *Enterobacteriaceae* nach. Dies ist auch durch die nachgewiesene Stabilität von *Enterobacteriaceae* über 19 Tage auf trockenen Flächen erklärbar [18]. In 4,5 % der Proben im Umkreis von 0,5 Meilen wurde *A. baumannii* mit z. T. klonaler Verwandtschaft zu Krankenhausisolaten nachgewiesen. Im Abstand von > 0,6 Meilen wurden diese Erreger nicht gefunden [17].

Auch Viren wurden auf unbelebten Flächen gefunden. Auf 78 % toilettennaher Flächen in einem Krankenhaus wurden mittels Polymerase-Kettenreaktion (PCR) Ade-

noviren gefunden, auf 48 % Torque Teno Viren und auf 1 % Noroviren [19]. D'arcy et al. fanden Erbgut von Adenovirus, Cytomegalievirus, Norovirus, Rotavirus und Torque Teno Virus auf Oberflächen im Wartebereich einer pädiatrischen Ambulanz [20]. Es ist allerdings zu bedenken, dass damit nicht das Vorliegen infektiöser Partikel nachgewiesen wurde. Von daher zeigen die Befunde im Falle von Viren nur ein potenzielles Infektionsrisiko an. Bei einer ähnlichen Studie zum Nachweis dieser Arten von Viren wurde keine Korrelation zum Vorkommen von Hämoglobin und zu bakterieller Kontamination gefunden [21]. Klassische Verfahren zum Nachweis der hygienischen Sauberkeit von Flächen werden also eine solche Kontamination nicht aufdecken.

Bedeutung unbelebter Flächen und deren Desinfektion bei der Infektionsübertragung

Donskey kommt in seiner Übersicht zu dem Schluss, dass eine Verbesserung der Flächendesinfektion zu einer Reduzierung von Infektionen im Gesundheitswesen führt [5]. Stiefel et al. zeigten, dass eine Kontamination der Hände mit *S. aureus* nach direkter Berührung kolonisierter Patienten und nach Berührung von typischen Handkontaktflächen in entsprechenden Patientenzimmern gleich wahrscheinlich war und schreiben Flächen eine große Bedeutung bei der Übertragung von MRSA zu [22]. Der gleiche Zusammenhang wurde auch für *C. difficile* nachgewiesen [23]. Dementsprechend konnte nachgewiesen werden, dass eine tägliche Desinfektion von Handkontaktflächen die Kontamination der Hände des Personals in Isolierzimmern mit MRSA bzw. *C. difficile* reduziert [24]. Sehr deutlich zeigt sich die Rolle unbelebter Flächen als Überträger in der Tatsache, dass das Risiko einer nosokomialen Infektion mit einem bestimmten Erreger signifikant erhöht ist, wenn der entsprechende Raum vorher mit einem Patienten belegt war, der mit demselben Erreger kolonisiert oder infiziert war [25]. Dies wurde sowohl für grampositive als auch gramnegative Bakterien gezeigt.

Neben der Rolle der Oberflächen in Patientenräumen wird auch die Rolle in Operationsräumen in der Literatur als kritisch angesehen. Neben der Infektion chirurgi-

scher Wunden können auch andere Ausbrüche von dort ausgehen [26].

Bei Ausbrüchen werden in der Regel mehrere Gegenmaßnahmen als Bündel gleichzeitig umgesetzt. Daher ist der direkte Einfluss der Flächendesinfektion allein auf die Infektionsrate bzw. die Beendigung eines Ausbruchs schwer nachzuweisen. So konnte z. B. ein Ausbruch mit *Klebsiella pneumoniae* durch die Einführung eines Bündels aus Flächendesinfektion, Patienten-Screening, verbesserter Ausbildung des Personals und verbesserter Kommunikation beendet werden [27]. Ein ähnliches Bündel war auch bei Vancomycin-resistenten *Enterococcus faecium* langfristig erfolgreich [28].

Einige Studien zeigen allerdings auch den alleinigen Einfluss der Flächendesinfektion: Die Einstellung einer zusätzlichen, nur mit Flächenreinigung befassten Person pro Station führte zu einer deutlichen Reduktion der mikrobiellen Belastung von Flächen und der MRSA-Infektionsrate [29]. Unter Berücksichtigung der durch die Infektionen entstehenden Kosten wurde diese Maßnahme als kostensparend bewertet. Mahamat et al. beschreiben die Minimierung der MRSA-Rate durch schrittweise Einführung eines Maßnahmen-Bündels inkl. Flächendesinfektion [30]. Nach dem Einstellen der Flächendesinfektion unter Beibehaltung aller anderen Maßnahmen stieg die MRSA-Rate wieder auf den vorherigen Wert an. Durch die Einführung der sporiziden statt nur bakteriziden Flächendesinfektion konnte die Rate an *C. difficile*-assoziierten Durchfallerkrankungen deutlich reduziert werden. Nach der Rückkehr zur bakteriziden Flächendesinfektion stieg die Rate wieder auf den früheren Wert [31]. Die Einführung einer zusätzlichen Raumesinfektion nach der Entlassung von Patienten mit einer *C. difficile*-Infektion konnte die Infektionsrate weiter senken [32]. Hughes et al. konnten zeigen, dass unter verschiedenen Maßnahmen die Verbesserung der Flächendesinfektion die größte Wahrscheinlichkeit aufweist, *C. difficile*-Infektionsraten zu senken [33]. Weber et al. betrachten die Rolle unbelebter Flächen bei der Übertragung von *C. difficile* und der Flächendesinfektion bei deren Vermeidung als unumstritten [34].

Inzwischen liegt auch eine erste Studie vor, die eine signifikante Reduktion der Infektionsraten mit MRSA, VRE und *C. difficile* belegt, wenn von einer Reinigung zu einer Desinfektion häufig berührter Flächen

in allen Patientenzimmern übergegangen wurde [35]. Gleichzeitig wurde die Compliance bei der täglichen Desinfektion überprüft. Dabei zeigte sich, dass eine signifikante Reduktion von MRSA und *C. difficile* nur bei einer Compliance von mindestens 80 % erreicht werden konnte.

Überprüfung in der Praxis und Optimierung

Damit die Flächendesinfektion zu einer Reduzierung der Infektionsrate beitragen kann, muss sie korrekt durchgeführt werden. Neben dem angemessenen Wirksamkeitsspektrum des verwendeten Desinfektionsmittels sind dabei eine komplette Benetzung der Flächen mit ausreichender Flüssigkeitsmenge und ein mechanisches Wischen der Flächen entscheidend [36, 37].

Zur Überprüfung des Erfolgs der Flächendesinfektion gelten mikrobiologische Methoden zur Überprüfung der mikrobiellen Belastung der Flächen als „Goldstandard“. Galvin et al. mahnen aber eine Standardisierung von Methoden und Bewertungskriterien zur Überprüfung der Flächendesinfektion an [38]. Problematisch dabei ist, dass zum Nachweis unterschiedlicher Organismengruppen unterschiedliche Methoden eine unterschiedliche Sensitivität haben. So wurde gezeigt, dass zum Nachweis grampositiver Kokken Kontaktplatten eine höhere Sensitivität haben als Tupferabstriche. Bei gramnegativen Stäbchen dagegen sind Tupferabstriche günstiger [39]. Auf Grund der bisher nicht standardisierten mechanischen Kraft bei Kontaktplatten und Tupferabstrichen können diese Methoden bestenfalls als semiquantitativ in ihrer Effektivität zur Isolierung von Infektionserregern von Oberflächen bezeichnet werden. Eine Möglichkeit zur quantitativen Gewinnung von Mikroben von Oberflächen durch ein Nass-/Trockenverfahren mit zwei Tupfern beschreibt die neue EN 16615 [40]. Das Problem infektiöser, aber nicht kulturell nachweisbarer Mikroben („viable but non-culturable“) wird dadurch aber auch nicht behoben. Viren sind mit diesen Methoden überhaupt nicht nachweisbar und Anaerobier nur, wenn zusätzlich anaerobe Kulturen angelegt werden. Auch die Bewertungskriterien für die Überprüfung von Flächen mit mikrobiologischen Methoden sind nicht klar definiert. Die diskutierten Akzeptanzwerte von 2,5 bis 5 koloniebildenden Einheiten pro cm²

erscheinen relativ hoch [41]. Da eine Kontamination mit Viren nicht notwendigerweise mit bakterieller Kontamination korreliert bleibt die Aussagekraft solcher Prüfungen zur Bewertung von Infektionsrisiken begrenzt [21].

Einen anderen Ansatz zur Verbesserung der Flächendesinfektion stellt die Überprüfung des Desinfektionsprozesses selbst dar. Dabei wird die Entfernung von mit bloßem Auge unsichtbaren fluoreszierenden Markierungen überprüft [42]. Durch Rückmeldung an das Reinigungspersonal und entsprechende Ausbildung kann dadurch eine deutliche Verbesserung erzielt werden [8, 43]. Es konnte gezeigt werden, dass die Bewertung der Qualität der Flächendesinfektion mittels dieser Methode mit der Bewertung durch mikrobiologische Methoden korreliert [44]. Für die Bewertung mittels Adenosintriphosphat (ATP)-Messung war dies im Gegensatz dazu nicht der Fall. Die US Centers for Disease Control and Prevention empfehlen entsprechende Verbesserungsprogramme [45].

Schlussfolgerung

Die Bedeutung der Flächendesinfektion – insbesondere der Desinfektion von Handkontaktflächen – zur Infektionsprophylaxe im Gesundheitswesen kann als erwiesen betrachtet werden. Eine Verbesserung der Flächendesinfektion trägt zur Reduzierung der Infektionsübertragung bei. Diese Verbesserung kann durch eine Überprüfung des Desinfektionsprozesses und einer entsprechenden Rückmeldung an das Personal mit entsprechendem Training erreicht werden. Zusätzlich ist die Auswahl eines Desinfektionsmittels mit entsprechendem Wirkspektrum dabei entscheidend.

Interessenkonflikt

Die Autoren sind Angestellte der Fa. Eco-lab, Hersteller und Vermarkter von Desinfektionsmitteln.

Literatur

1. Meyer B. Flächendesinfektion im Patientenumfeld – kann sie nosokomiale Infektionen verhindern. *Hyg Med* 2010;35:252–256.
2. Fraise AP. Decontamination of the environment. *J Hosp Infect* 2007;65(S2):58–59.
3. Abreu AC, Tavares RR, Borges A, Mergulhao F, Simoes M. Current and emergent strategies for disinfection of hospital environments. *J Antimicrob Chemother* 2013;68:2718–2732.
4. Dettenkofer M, Wenzler S, Amthor S, Antes G, Motschall E, Daschner FD. Does disinfection of environmental surfaces influence nosocomial infection rates? A systematic review. *Am J Infect Control* 2004;32:84–89.
5. Donskey CJ. Does improving surface cleaning and disinfection reduce healthcare associated infections? *Am J Infect Control* 2013;41:S12–S19.
6. Latham J, Cooper H. Disinfect to protect – developing a system to enhance disinfection of patient care equipment. *Am J Infect Control* 2012;40:e36.
7. Carling PC, Parry, MF, von Beheren SM (for the healthcare environmental hygiene study group). Identifying opportunities to enhance environmental cleaning in 23 acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008;29:1–7.
8. Carlin PC, Parry MM, Rupp ME, Po JL, Dick B, von Beheren S (for the healthcare environmental hygiene study group). Improving cleaning of the environment surrounding patients in 36 acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008;29:1035–1041.
9. Kramer A, Schwebke I, Kampf G. How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infect Dis* 2006;130.
10. Wagenvoort JHT, De Brauwier EIGB, Penders RJR, Willems RJ, Top J, Bonten MJ. Environmental survival of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium*. *J Hosp Infect* 2011; 77: 282–283.
11. Creamer E, Shore AC, Rossney AS, Dolan A, Sherlock O, Fitzgerald-Hughes D, Sullivan DJ, Kinnevey PM, O’Lorcain P, Cunney R, Coleman DC, Humphreys H. Transmission of endemic ST22_MRSA-IV on four acute hospital wards investigated using a combination of spa, dru and pulsed field gel electrophoresis typing. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2012;31:3151–3161.
12. Creamer E, Shore AC, Deasy EC, Galvin S, Dolan A, Walley N, McHugh S, Fitzgerald Hughes D, Sullivan DJ, Cunney R, Coleman DC, Humphreys H. Air and surface contamination patterns of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* on eight acute hospital wards. *J Hosp Infect* 2014;86:201–208.
13. Rocha LA, Ribas RM, da Costa Darini AL, Filho PPG. Relationship between nasal colonization and ventilator-associated pneumonia and the role of the environment in transmission of *Staphylococcus aureus* in intensive care units. *Am J Infect Control* 2013;41:1236–1240.
14. Deshpande A, Kundrapu S, Sunkesula VCA, Cadnum JL, Fertelli D, Donskey CJ. Evaluation of a commercial real-time polymerase chain reaction assay for detection of environmental contamination with *Clostridium difficile*. *J Hosp Infect* 2013;85:76–78.

15. Faires M, Pearl DL, Cicotelli WA, Straus K, Zinken G, Berke O, Reid-Smith RJ, Weese JD. A prospective study to examine the epidemiology methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Clostridium difficile* contamination in the general environment of three community hospital in southern Ontario, Canada. *BMC Infect Dis* 2012;12:290.
16. Thom KA, Johnson JK, Lee MS, Harris AD. Environmental contamination because of multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* surrounding colonized or infected patients. *Am J Infect Control* 2011;39:711–715.
17. Rose M, Landman D, Quale J. Are community environmental surfaces near hospitals reservoirs for gram-negative nosocomial pathogens? *Am J Infect Control* 2014;42:346–348.
18. Havill NL, Boyce JM, Otter JL. Extended survival of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae on dry surfaces. *Infect Contr Hosp Epidemiol* 2014;35:445–447.
19. Verani M, Bigazzi R, Darducci A. Viral contamination of aerosol and surfaces through toilet use in healthcare and other settings. *Am J Infect Control* 2014;42:758–762.
20. D'Arcy N, Cloutman-Green E, Klein N, Spratt DA. Environmental viral contamination in a pediatric hospital outpatient waiting area: implications for infection control. *Am J Infect Control* 2014;42:856–860.
21. Carducci A, Verani M, Lambardi R, Casini B, Provitera G. Environmental survey to assess viral contamination of air and surfaces in hospital settings. *J Hosp Infect* 2011;77:242–247.
22. Stiefel U, Cadnum JL, Eckstein BC, Guerrero DM, Tima MA, Donskey CJ. Contamination of hands with methicillin resistant *Staphylococcus aureus* after contact with environmental surfaces and after contact with skin of colonized patients. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011;32:185–187.
23. Guerrero DM, Nerandzic MM, Jury L, Jinno S, Chang S, Donskey CJ. Acquisition of spores on gloved hands after contact with the skin of patients with *Clostridium difficile* infection and with environmental surfaces in their rooms. *Am J Infect Control* 2012; 40: 556–558.
24. Kundrapu S, Sunkesula V, Jury LA, Sitzlar BM, Donskey CJ. Daily disinfection of high touch surfaces in isolation rooms to reduce contamination of healthcareworkers' hands. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012;33:1039–1042.
25. Carling P. Methods for assessing the adequacy of practice and improving room disinfection. *Am J Infect Contr* 2013;41:S20–S25.
26. Yezli S, Barbut F, Otter JA. Surface contamination in operating rooms: A risk for transmission of pathogens? *Surgical Infections* 2014;15:694–699.
27. Cioboraru P, Oved M, Nadir E, Bardenstein R, Zimhony O. An effective intervention to limit the spread of an epidemic carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* strain in an acute care setting: From theory to practice. *Am J Infect Contr* 2011;39:671–677.
28. Fournier S, Brossier F, Fortineau N, Gillaizeau F, Akpabie A, Aubry A, Barbut F, Chedhomme FX, Kassis-Chikjani N, Lucet JC, Robert J, Seytre D, Simon I, Vanjak D, Zahar JR, Brun-Buisson C, Jarklier V. Long-term control of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* at the scale of a large multihospital institution: a seven-year experience. *Euro Surveill*. 2012;17(30):pii=20229. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20229>
29. Dancer SJ, White LF, Lamb J, Girvan EK, Robertson C. Measuring the effect of enhanced cleaning in a UK hospital: A prospective crossover study. *BMC Medicine* 2009;7:28.
30. Mahamat A, Brooker K, Daures JP, Gould IM. Impact of Hypochlorite disinfection on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* rate. *J Hosp Infect* 2011;78:243–245.
31. Mayfield JL, Leet T, Miller J, Mundy LM. Environmental control to reduce transmission of *Clostridium difficile*. *CID* 2000;31:995–1000.
32. Mannian FA, Griesneuer S, Pharm AB. Implementation of a hospital-wide enhanced terminal cleaning of targeted patient rooms and its impact on endemic *Clostridium difficile* infection rates. *Am J Infect Control* 2013;41:537–541.
33. Hughes GJ, Nickerson e, Enoch DA, Ahluwalia, Wilkinson C, Ayers R, Brown NM. Impact of cleaning and other interventions on the reduction of hospital-acquired *Clostridium difficile* infections in two hospitals in England assessed using a breakpoint model. *J Hosp Infect* 2013;84:227–234.
34. Weber DJ, Anderson DJ, Sexton DJ, Rutala WA. Role of the environment in the transmission of *Clostridium difficile* in health care facilities. *Am J Infect Control* 2013;41:S105–S110.
35. Alfa MJ, Lo E, Olson N, MacRae M, Buelow-Smith L. Use of daily disinfectant cleaner instead of daily cleaner reduced hospital acquired infection rates. *Am J Infect Contr* 2014 in press, doi.org/10.1016/j.ajic.2014.10.016
36. Meyer B, Exner M, Gebel J. Spread and persistence of *Clostridium difficile* spores during and after cleaning with sporicidal disinfectants. *J Hosp Infect* 2012;80:185.
37. Sattar SA, Maillard JY. The critical role of wiping in decontamination of high-touch environmental surfaces: review of current status and directions for the future. *Am J Infect Contr* 2013;41:S97–S104.
38. Galvin S, Dolan A, Cahill O, Daniels S, Humphreys H. Microbial monitoring of the hospital environment: why and how? *J Hosp Infect* 2012;82:143–151.
39. Lemmen SW, Häfner H, Zolldann D, Amedick G, Lütticken R. Comparison of two sampling methods for the detection of Gram-positive and Gram-negative bacteria in the environment: moistened swabs versus Rodac plates. *Int J Hyg Environ Health* 2001;203:245–248.
40. FprEN 16615, Chemical disinfectants and antiseptics – quantitative test method for the evaluation of bactericidal and Yeasticidal activity on non-porous surfaces with mechanical action employing wipes in the medical area (4-field-test) – Test method and requirements (phase 2 step 2).
41. Cloutman-Green E, D'Arcy N, Spratt D, Hartley JC, Klein N. How clean is clean—is a new microbiology standard required? *Am J Infect Control* 2014;42:1002–1003.
42. Carling P. Methods for assessing the adequacy of practice and improving room disinfection. *Am J Infect Contr* 2013;41:S20–25.
43. Trajtman AN, Manickam K, Macrae M, Bruning N S, Alfa MJ. Continuing performance feedback and use of the ultraviolet visible marker to assess cleaning compliance in the healthcare environment. *J Hosp Infect* 2013;84:166–172.
44. Boyce JM, Havill NL, Havill HL, Mangione E, Dumigan DG, Moore BA. Comparison of fluorescent marker systems with 2 quantitative methods of assessing terminal cleaning practices. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011;32:1187–1193.
45. Centers for Disease Control and Prevention. Options for evaluating environmental cleaning. <http://www.cdc.gov/hai/toolkits/Evaluating-Environmental-Cleaning.html>