Tác động của môi trường bề mặt đến nhiễm trùng bệnh viện

David J. Weber[a,b], *Deverick Anderson*[c], *and William A. Rutala*[a,b]

Mục đích của bài báo cáo

Bài viết này tổng hợp các bằng chứng cho thấy tầm quan trọng của việc ô nhiễm bề mặt bệnh viện trong việc lây truyền các mầm bệnh liên quan đến chăm sóc sức khỏe, cũng như các biện pháp can thiệp đã được khoa học chứng minh là có thể giảm mức độ ô nhiễm vi sinh vật và giảm tỷ lệ nhiễm trùng bệnh viện.

Những phát hiện gần đây

Môi trường bề mặt bị ô nhiễm trong bệnh viện đóng vai trò quan trọng trong việc lây truyền các mầm bệnh như *Staphylococcus aureus* kháng methicillin (MRSA), *Enterococcus spp.* kháng vancomycin (VRE), *Clostridium difficile*, *Acinetobacter spp.* và norovirus. Việc cải thiện quy trình vệ sinh và khử trùng bề mặt có thể làm giảm sự lây truyền của các tác nhân này. Ngoài ra, các phương pháp khử trùng phòng **"không chạm"** (như thiết bị sử dụng tia cực tím hoặc hydrogen peroxide) và các bề mặt "tự khử trùng" (ví dụ: đồng) cũng cho thấy nhiều triển vọng trong việc giảm ô nhiễm và hạn chế nhiễm trùng bệnh viện.

Tóm tắt

Các bề mặt trong bệnh viện thường xuyên bị ô nhiễm bởi các mầm bệnh quan trọng gây nhiễm trùng bệnh viện. Việc nhân viên y tế tiếp xúc với môi trường bị ô nhiễm có khả năng dẫn đến ô nhiễm tay hoặc găng tay của họ, tương tự như việc tiếp xúc trực tiếp với bệnh nhân, từ đó có thể gây lây truyền mầm bệnh trong bệnh viện từ bệnh nhân này sang bệnh nhân khác. Bệnh nhân nhập viện vào một phòng trước đây có bệnh nhân nhiễm *Staphylococcus aureus* kháng methicillin (MRSA), *Enterococcus spp.* kháng vancomycin (VRE), *Acinetobacter* hoặc *Clostridium difficile* sẽ tăng nguy cơ nhiễm mầm bệnh cho bệnh nhân tiếp theo. Việc cải thiện vệ sinh và khử trùng bề mặt phòng giúp giảm nguy cơ nhiễm trùng bệnh viện.

Từ khóa

đồng, môi trường, nhiễm trùng bệnh viện, bề mặt bệnh viện, hệ thống hydrogen peroxide, khử trùng bề mặt, tia cực tím

GIỚI THIỆU

Nhiễm trùng bệnh viện (HAI) vẫn là nguyên nhân chính gây bệnh tật và tử vong ở bệnh nhân tại Hoa Kỳ, với khoảng một trong mỗi 20 bệnh nhân nhập viện mắc phải HAI. Klevens và cộng sự [1] ước tính rằng vào năm 2002, có khoảng 1,7 triệu ca nhiễm trùng bệnh viện, dẫn đến khoảng 99.000 ca tử vong. Người ta ước tính rằng nguồn mầm bệnh gây nhiễm trùng bệnh viện (HAI) trong khoa hồi sức tích cực (ICU) bao gồm: hệ vi khuẩn nội sinh của bệnh nhân, chiếm 40–60%; lây nhiễm chéo qua bàn tay của nhân viên y tế, 20–40%; những thay đổi về hệ vi khuẩn do dùng kháng sinh, 20–25%; và các nguồn khác (bao gồm ô nhiễm môi trường), 20% [2]. Trong thập kỷ qua, đã có nhiều bằng chứng khoa học đáng kể cho thấy việc ô nhiễm các bề mặt môi trường trong phòng bệnh viện đóng vai trò quan trọng trong việc lây truyền một số mầm bệnh chính gây nhiễm trùng bệnh viện, bao gồm Staphylococcus aureus kháng methicillin (MRSA), *Enterococcus spp.* kháng vancomycin (VRE), *Clostridium difficile*, *Acinetobacter spp.*, và norovirus [3–5,6&&,7&]. Bằng chứng ủng hộ vai trò của môi trường bề mặt bị ô nhiễm trong việc lây truyền một số mầm bệnh chính gây nhiễm trùng bệnh viện được tóm tắt như sau:

(1) Môi trường bề mặt trong phòng của bệnh nhân bị nhiễm khuẩn hoặc đã được cấy phân lập thường xuyên bị ô nhiễm bởi chính mầm bệnh đó.

[a]Department of Hospital Epidemiology, University of North Carolina Healthcare, [b]Division of Infectious Diseases, UNC School of Medicine, Chapel Hill and [c]Department of Medicine, Duke University School of Medicine, Durham, North Carolina, USA

Correspondence to David J. Weber, MD, MPH, 2163 Bioinformatics, CB #7030, Chapel Hill, NC 27599-7030, USA. Tel: +1 919 966 2536; fax: +1 9190 966 1451; e-mail: dweber@unch.unc.edu

Curr Opin Infect Dis 2013, 26:338–344

DOI:10.1097/QCO.0b013e3283630f04

Copyright © Lippincott Williams & Wilkins. Unauthorized reproduction of this article is prohibited.

CÁC ĐIỂM CHÍNH

- Bề mặt bệnh viện thường xuyên bị ô nhiễm bởi các mầm bệnh quan trọng lây nhiễm trong bệnh viện, bao gồm MRSA, VRE, Clostridium difficile, Acinetobacter spp. và norovirus..
- Môi trường bệnh viện bị ô nhiễm đóng vai trò quan trọng trong việc lây truyền mầm bệnh từ người sang người.
- Cải thiện việc làm sạch và khử trùng bề mặt có thể làm giảm tỷ lệ nhiễm trùng liên quan đến chăm sóc sức khỏe.
- Các phương pháp khử trùng phòng "không chạm" (ví dụ: thiết bị phát ra tia cực tím hoặc hơi hydro peroxide) và các bề mặt "tự khử trùng" (ví dụ: đồng) cho thấy nhiều hứa hẹn trong việc giảm ô nhiễm và hạn chế các bệnh nhiễm trùng liên quan đến chăm sóc sức khỏe.

(2) Mầm bệnh có khả năng tồn tại trên các bề mặt phòng bệnh viện và thiết bị y tế trong một khoảng thời gian dài.
(3) Việc nhân viên y tế tiếp xúc với các bề mặt phòng bệnh viện hoặc thiết bị y tế thường xuyên dẫn đến việc tay và/hoặc găng tay của họ bị ô nhiễm.
(4) Tần suất bề mặt phòng bị ô nhiễm tương quan với tần suất tay và/hoặc găng tay của nhân viên y tế bị ô nhiễm.
(5) Các đợt bùng phát chủng mầm bệnh ô nhiễm trên bề mặt phòng của bệnh nhân đã nhiễm khuẩn hoặc mang mầm bệnh được chứng minh là do lây truyền từ người sang người hoặc qua thiết bị y tế dùng chung.
(6) Bệnh nhân nhập viện vào một phòng trước đây có bệnh nhân nhiễm khuẩn hoặc mang mầm bệnh (ví dụ: *Staphylococcus aureus* kháng methicillin (MRSA), *Enterococcus spp.* kháng vancomycin (VRE), *Clostridium difficile*, *Acinetobacter*) sẽ có nguy cơ cao hơn mắc phải nhiễm khuẩn hoặc mang mầm bệnh đó.
(7) Việc cải thiện quy trình làm sạch cuối cùng các phòng giúp giảm đáng kể tỷ lệ nhiễm trùng.
(8) Việc cải thiện quy trình khử trùng cuối cùng (ví dụ: hydrogen peroxide dạng hơi) sau khi bệnh nhân nhiễm khuẩn hoặc mang mầm bệnh rời đi, sẽ giảm thiểu nguy cơ nhiễm trùng cho bệnh nhân tiếp theo được đưa vào cùng căn phòng đó.

Mặc dù sự lây truyền mầm bệnh từ bệnh nhân mang mầm bệnh hoặc bị nhiễm sang bệnh nhân nhạy cảm thường xuyên xảy ra nhất qua bàn tay của nhân viên y tế, nhưng các bề mặt bệnh viện và thiết bị y tế bị ô nhiễm (và ít phổ biến hơn là nước và không khí) có thể trực tiếp hoặc gián tiếp liên quan đến các con đường lây truyền. Các con đường lây truyền này đã được sơ đồ hóa và các mô hình này cung cấp cơ sở để phát triển các biện pháp can thiệp nhằm ngăn chặn sự lây lan của mầm bệnh [5,8]. Bài đánh giá này sẽ tập trung vào các tài liệu gần đây chứng minh tầm quan trọng của ô nhiễm bề mặt trong bệnh viện đối với sự lây truyền mầm bệnh từ bệnh nhân này sang bệnh nhân khác và các biện pháp can thiệp đã được khoa học chứng minh để giảm sự lây truyền.

SỰ Ô NHIỄM CỦA CÁC BỀ MẶT TRONG MÔI TRƯỜNG BỆNH VIỆN

Khả năng sống sót của các mầm bệnh trong bệnh viện trên các bề mặt môi trường đã được xem xét [9,10]. *MRSA, VRE, Pseudomonasspp., Acinetobacter spp.,*. và norovirus có khả năng sống sót trong nhiều ngày đến vài tuần trên các bề mặt khô, vật thể vô tri. Bào tử *C. difficilee* có thể sống sót trên các bề mặt môi trường trong nhiều tháng.

Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng các bề mặt trong phòng của bệnh nhân bị nhiễm khuẩn hoặc mang mầm bệnh quan trọng gây nhiễm trùng bệnh viện thường xuyên bị ô nhiễm. Tỷ lệ các bề mặt bệnh viện bị ô nhiễm bởi MRSA đã thay đổi trong các báo cáo được công bố, từ 1 đến 27% các bề mặt trong phòng bệnh nhân ở các khoa thông thường, và từ vài phần trăm đến 64% ở các đơn vị bỏng có bệnh nhân nhiễm MRSA [3]. Một báo cáo đã chỉ ra rằng 7–29% các vị trí môi trường tại khu vực có bệnh nhân nhiễm VRE cho kết quả dương tính [11]. Các nghiên cứu gần đây hơn còn cho thấy tần suất ô nhiễm môi trường lên tới 60–70% trong phòng của những bệnh nhân nhiễm VRE tại ba hoặc bốn vị trí trên cơ thể, và 36–58% ghế và ghế dài được bệnh nhân VRE sử dụng cũng cho kết quả dương tính ở các khu vực có bệnh nhân VRE [3]. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng môi trường phòng bệnh nhân nhiễm *C. difficile* (CDI) thường bị ô nhiễm rộng rãi bởi *C. difficile*, với tỷ lệ dao động từ 2,9% đến 75% [4]. Cuối cùng, tần suất ô nhiễm môi trường với *Acinetobacter spp.* trong các đợt bùng phát đã được các nhà nghiên cứu báo cáo dao động từ 3 đến 50% [4].

Mặc dù các bề mặt phòng bệnh viện thường xuyên bị ô nhiễm, mức độ ô nhiễm nhìn chung thấp hơn 10 vi sinh vật trên mỗi cm^2. Ví dụ, Huslage và cộng sự [12] đã báo cáo rằng số lượng đơn vị hình thành khuẩn lạc (CFU) ít hơn 100 vi khuẩn trên mỗi đĩa RODAC (25 cm^2). Điều quan trọng là không có sự khác biệt đáng kể về mặt thống kê về mức độ ô nhiễm giữa các bề mặt chạm thường xuyên (high-touch), chạm trung bình (medium-touch) hay chạm ít (low-touch). Những phát hiện tương tự cũng đã được báo cáo bởi các nghiên cứu khác [13]. Một số nghiên cứu đã đánh giá mức độ ô nhiễm vi sinh vật của Clostridium difficile trên các bề mặt trong phòng của bệnh nhân nhiễm C. difficile (CDI). Hầu hết các nghiên cứu này báo cáo rằng các bề mặt bị ô nhiễm với ít hơn 1–2-$\log_{10}$ *C. difficile*, nhưng một nghiên cứu đã lấy mẫu một diện tích lớn hơn bằng kỹ thuật bọt biển lại báo cáo 1300 khuẩn lạc [7&].

Copyright © Lippincott Williams & Wilkins. Unauthorized reproduction of this article is prohibited.

VAI TRÒ CỦA MÔI TRƯỜNG BỊ Ô NHIỄM TRONG VIỆC LÂY NHIỄM TẠM THỜI TAY/GĂNG TAY CỦA NHÂN VIÊN Y TẾ

Nhân viên y tế thường xuyên tiếp xúc với các bề mặt môi trường trong phòng bệnh nhân, tạo ra nhiều cơ hội để găng tay và/hoặc tay của họ bị ô nhiễm [14]. Điều quan trọng là, việc tay bị nhiễm MRSA được chứng minh là xảy ra với tần suất ngang nhau dù nhân viên y tế (HCP) tiếp xúc trực tiếp với bệnh nhân mang mầm bệnh/nhiễm bệnh hay chỉ chạm vào các bề mặt bị ô nhiễm [15]. Yếu tố rủi ro hàng đầu khiến tay hoặc găng tay của nhân viên y tế bị nhiễm các mầm bệnh đa kháng thuốc đã được chứng minh là do các mẫu cấy môi trường dương tính [16&&]. Điều quan trọng là tần suất các mẫu cấy tay của nhân viên y tế phát hiện *C. difficile* có mối tương quan với cường độ ô nhiễm môi trường bởi *C. difficile*. Samore và cộng sự [17] báo cáo rằng tỉ lệ tay bị ô nhiễm là 0% khi ô nhiễm môi trường là 0–25%, là 8% khi ô nhiễm môi trường là 26–50%, và là 26% khi ô nhiễm môi trường lớn hơn 50%.

Ô NHIỄM BỀ MẶT SAU KHI KHỬ TRÙNG

Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng các bề mặt trong phòng bệnh viện được làm sạch kém hiệu quả trong quá trình làm sạch cuối cùng. Mặc dù các phương pháp đánh giá mức độ làm sạch có khác nhau (ví dụ: sạch bằng mắt thường, xét nghiệm ATPase, thuốc nhuộm huỳnh quang, đếm khuẩn lạc hiếu khí), nhưng một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng chưa đến 50% bề mặt phòng được làm sạch [18– 20]. Những thiếu sót tương tự cũng được báo cáo đối với việc làm sạch và khử trùng thiết bị y tế di động giữa các bệnh nhân [21]. Với những thiếu sót đã được chứng minh trong quy trình làm sạch cuối cùng, không có gì ngạc nhiên khi nhiều bề mặt bệnh viện vẫn còn bị ô nhiễm bởi các mầm bệnh quan trọng gây nhiễm trùng bệnh viện.

Các chất khử trùng bề mặt được sử dụng phổ biến nhất trong bệnh viện là phenol và hợp chất amoni bậc bốn. Tuy nhiên, các hợp chất này không có tác dụng chống lại các mầm bệnh tạo bào tử như *C. difficile* và norovirus. Vì lý do này, hypoclorit thường được sử dụng để khử trùng bề mặt trong phòng của bệnh nhân nhiễm *C. difficile* (CDI) và/hoặc norovirus, và đã được đưa vào nhiều biện pháp can thiệp nhằm chấm dứt các đợt bùng phát. Quan trọng là, đã có bằng chứng cho thấy việc sử dụng khăn lau không có tác dụng diệt bào tử (ví dụ: chứa hợp chất amoni bậc bốn) hoặc sử dụng không đúng cách các loại khăn diệt bào tử (ví dụ: một khăn được dùng cho một bề mặt quá lớn) có thể dẫn đến việc lây truyền hiệu quả các bào tử C. difficile từ bề mặt bị ô nhiễm sang bề mặt sạch [22]. Hiện nay, nhiều chất khử trùng bề mặt đã được Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (EPA) cấp phép chứng nhận hiệu quả chống lại Clostridium difficile; hầu hết chúng chứa sodium hypochlorite nhưng một số chất diệt khuẩn khác cũng đã được đăng ký (axit ethaneperoxoic /hydrogen peroxide, bạc, tetraacetylethylene-diamine) [23]. Trang web của EPA cũng liệt kê các sản phẩm được đăng ký hiệu quả chống lại norovirus [23].

NGUY CƠ NHIỄM BỆNH DO KHỬ TRÙNG CUỐI CÙNG KHÔNG ĐỦ HIỆU QUẢ

Việc nằm viện trong một căn phòng mà bệnh nhân trước đó đã bị nhiễm khuẩn hoặc mang mầm bệnh MRSA [24], VRE [24,25], *C. difficile* [26], và *Acinetobacter* spp. đa kháng thuốc hoặc *Pseudomonas* đa kháng thuốc [27] đã được chứng minh là một yếu tố nguy cơ khiến bệnh nhân tiếp theo nhập viện vào phòng đó cũng bị nhiễm khuẩn hoặc mang mầm bệnh tương tự.

NGĂN NGỪA LÂY TRUYỀN MẦM BỆNH TRONG BỆNH VIỆN DO BỀ MẶT BỊ Ô NHIỄM

Có ba phương pháp chung có thể được sử dụng để giảm sự lây truyền mầm bệnh trong bệnh viện từ bệnh nhân này sang bệnh nhân khác do môi trường bề mặt bị ô nhiễm. Thứ nhất là cải thiện việc làm sạch và khử trùng bề mặt phòng [28,29]. Thứ hai là các phương pháp "không chạm" để khử trùng phòng cuối cùng. Các thiết bị được nghiên cứu phổ biến nhất là loại tạo ra tia cực tím (UV) hoặc hydrogen peroxide [30,31, 32&&,33&]. Cuối cùng, các bề mặt "tự khử trùng" đã được phát triển để giảm tải lượng vi khuẩn trên bề mặt môi trường [34&&]. Các bề mặt này còn được gọi là "tự vệ sinh," và vì việc tiêu diệt vi khuẩn đòi hỏi tiếp xúc trực tiếp với bề mặt, thuật ngữ "tiêu diệt do tiếp xúc" cũng đã được sử dụng.

Cải thiện việc làm sạch và khử trùng bề mặt

Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng chưa đến 50% bề mặt phòng bệnh viện được làm sạch và khử trùng đầy đủ khi sử dụng các chất diệt khuẩn hóa học [35,36]. Các biện pháp can thiệp bao gồm Tăng cường đào tạo cho nhân viên dịch vụ môi trường, danh sách kiểm tra để đảm bảo rằng tất cả các bề mặt (thường do nhân viên dịch vụ môi trường) và thiết bị/dụng cụ y tế (thường do điều dưỡng) được làm sạch và khử trùng, cùng với việc đánh giá độ sạch của môi trường (ví dụ: thuốc nhuộm huỳnh quang, ATPase) với phản hồi tức thì cho nhân viên dịch vụ môi trường, đã được chứng minh là giúp cải thiện tần suất làm sạch đầy đủ trong khoảng 71–77%. [35,36].

Nhiều phương pháp đánh giá hiệu quả làm sạch đã được phát triển, nhưng hai phương pháp được

Copyright © Lippincott Williams & Wilkins. Unauthorized reproduction of this article is prohibited.

thực hành phổ biến nhất là sử dụng thuốc nhuộm huỳnh quang và phương pháp ATP sinh học phát quang. [37▪]. Thuốc nhuộm huỳnh quang được chấm lên bề mặt dưới dạng một "chấm" và khô trong suốt. Nếu việc làm sạch đầy đủ, sẽ không phát hiện thấy huỳnh quang khi vật thể có chấm được chiếu đèn cực tím. Tuy nhiên, một chấm huỳnh quang sẽ xuất hiện nếu việc làm sạch không đủ. Hệ thống ATP sinh học phát quang đo sự hiện diện của ATP, vốn là một dấu hiệu của ô nhiễm vi sinh vật. Điều quan trọng cần lưu ý là sự hiện diện của ATP không đồng nghĩa với việc chắc chắn có mầm bệnh sống và việc không có ATP cũng không có nghĩa là bề mặt không bị ô nhiễm. Quan trọng hơn, đã có bằng chứng cho thấy kết quả từ việc sử dụng thuốc nhuộm huỳnh quang có mối tương quan chặt chẽ hơn với số lượng khuẩn lạc hiếu khí so với phép đo ATP sinh học phát quang [13].

Các phương pháp tốt nhất để làm sạch và khử trùng bề mặt phòng đã được xem xét [38,39▪], và một bộ công cụ để đánh giá việc làm sạch môi trường được cung cấp từ Trung tâm Kiểm soát và Phòng ngừa Dịch bệnh Hoa Kỳ [40▪]. Để loại bỏ ô nhiễm bề mặt như một nguồn lây truyền mầm bệnh trong bệnh viện từ bệnh nhân này sang bệnh nhân khác, sẽ cần nhiều biện pháp can thiệp nhằm làm sạch/khử trùng môi trường cũng như cải thiện việc tuân thủ các hướng dẫn vệ sinh tay. Điều này đã được minh họa rõ ràng trong một nghiên cứu xuất sắc gần đây của Sitzlar và cộng sự [41▪], Họ đã chứng minh sự giảm đáng kể tần suất các mẫu cấy bề mặt dương tính với *C. difficile* thông qua các biện pháp làm sạch và khử trùng cuối cùng tuần tự (tức là giám sát việc làm sạch bằng dấu hiệu huỳnh quang kèm phản hồi, sử dụng thiết bị khử trùng phòng bằng tia UV-C, và tăng cường khử trùng tiêu chuẩn các phòng có *C. difficile* bao gồm một đội ngũ khử trùng chuyên trách hàng ngày). Cho đến nay, hầu hết các nghiên cứu chứng minh tác động của việc cải thiện làm sạch và khử trùng bề mặt đều tập trung vào việc làm sạch cuối cùng (tức là sau khi bệnh nhân đã xuất viện). Gần đây, Kundrapu và cộng sự [42▪] đã chứng minh trong một thử nghiệm ngẫu nhiên rằng việc khử trùng hàng ngày các bề mặt thường xuyên chạm vào trong phòng của bệnh nhân nhiễm MRSA hoặc nhiễm *C. difficile* (CDI) đã làm giảm sự lây nhiễm mầm bệnh trên tay sau khi tiếp xúc với các bề mặt đó, đồng thời giảm ô nhiễm tay của nhân viên y tế chăm sóc bệnh nhân. Trong một bài đánh giá xuất sắc, Donskey [43▪▪] kết luận rằng "ngày càng có nhiều bằng chứng cho thấy việc cải thiện khử trùng môi trường có thể ngăn ngừa sự lây truyền mầm bệnh và giảm nhiễm trùng bệnh viện".

Phương pháp khử trùng bề mặt "không chạm"

Mặc dù các nỗ lực nhằm nâng cao hiệu quả vệ sinh và khử trùng phòng sau khi bệnh nhân rời đi đã mang lại kết quả tích cực trong việc cải thiện độ sạch và giảm tỷ lệ nhiễm trùng bệnh viện, nhiều nghiên cứu vẫn cho thấy không ít bề mặt trong phòng vẫn chưa được khử trùng đầy đủ. Vì lý do này, một số nhà sản xuất đã phát triển các thiết bị khử trùng phòng có khả năng làm sạch bề mặt môi trường và vật thể. Các hệ thống này sử dụng một trong hai phương pháp: tia cực tím (UV) hoặc hydrogen peroxide. Những công nghệ này bổ sung, chứ không thay thế, việc làm sạch và khử trùng tiêu chuẩn vì các bề mặt cần phải được làm sạch vật lý khỏi bụi bẩn và mảnh vụn. Ngoài ra, các phương pháp này chỉ có thể được sử dụng để khử trùng phòng cuối cùng hoặc khi bệnh nhân xuất viện (tức là không thể sử dụng để khử trùng phòng hàng ngày) vì phòng phải không có người.

Tia cực tím (UV) đã được sử dụng để kiểm soát các vi sinh vật gây bệnh trong nhiều ứng dụng khác nhau, chẳng hạn như kiểm soát bệnh Legionnaires, cũng như khử trùng không khí, bề mặt và dụng cụ. Ở những bước sóng nhất định, tia UV sẽ phá vỡ các liên kết phân tử trong DNA, từ đó tiêu diệt vi sinh vật. Hiệu quả của việc chiếu xạ UV là một hàm của nhiều thông số khác nhau như cường độ, thời gian tiếp xúc, vị trí đèn và kiểu di chuyển của không khí.

Hầu hết các thiết bị sử dụng bức xạ UV-C, ở bước sóng 200–270 nm (ví dụ: 254 nm), nằm trong phần có hoạt tính diệt khuẩn của phổ điện từ 200–320 nm, mặc dù một thiết bị sử dụng xenon xung cũng đã được phát triển. Ba nghiên cứu đã chứng minh một thiết bị UV-C di động tự động có khả năng giảm vi khuẩn sinh dưỡng được cấy trên vật mang đi hơn 3 đến hơn 4-$\log_{10}$ trong 15–20 phút và C. difficile đi hơn 1,7 đến 4-$\log_{10}$ trong 35–100 phút. Các nghiên cứu này đã chứng minh hiệu quả diệt khuẩn giảm đi khi các bề mặt không nằm trong tầm nhìn trực tiếp, mặc dù vẫn đạt được mức giảm hơn 2-$\log_{10}$. Cho đến nay, chưa có nghiên cứu nào được công bố chứng minh việc giảm tỷ lệ nhiễm trùng bệnh viện khi sử dụng thiết bị UV để khử trùng phòng cuối cùng.

Nhiều hệ thống sử dụng hydrogen peroxide dưới dạng phun sương hoặc hóa hơi (như phun sương khô hoặc hơi) đã được nghiên cứu về khả năng khử trùng các bề mặt và vật dụng trong phòng bệnh viện. Các nghiên cứu đã cho thấy những hệ thống này có thể gần như loại bỏ hoàn toàn nhiều loại vi khuẩn nguy hiểm, bao gồm MRSA, VRE, *Mycobacterium tuberculosis*, bào tử, vi rút và các loại trực khuẩn Gram âm đa kháng thuốc. Sử dụng thiết kế trước-sau, Boyce và cộng sự [44] trước đây đã chỉ ra rằng việc sử dụng hệ thống hydrogen peroxide có liên quan đến việc giảm đáng kể tỷ lệ nhiễm *C. difficile* trên năm khoa có tỷ lệ mắc bệnh cao. Sử dụng một thiết kế tương tự, Passaretti và cộng sự [45] đã chứng minh rằng hơi hydrogen peroxide làm giảm ô nhiễm môi trường và nguy cơ bệnh nhân tiếp theo được nhận vào các phòng đã được xử lý mắc bất kỳ sinh vật đa kháng thuốc nào tới 64%.

Copyright © Lippincott Williams & Wilkins. Unauthorized reproduction of this article is prohibited.

Những ưu điểm và hạn chế của hệ thống UV và hydrogen peroxide đã được xem xét [33&, 35]. Một nhược điểm lớn của hệ thống UV là nó sẽ không khử trùng được các khu vực không có tầm nhìn trực tiếp hoặc gián tiếp (ví dụ: phòng tắm đóng cửa, ngăn kéo). Một nhược điểm lớn của hệ thống hydrogen peroxide là chúng đòi hỏi nhiều thời gian khử trùng hơn đáng kể so với UV hoặc làm sạch thông thường, dẫn đến thời gian luân chuyển giường kéo dài.

Bề mặt "tự khử trùng"

Các bề mặt "tự khử trùng" có thể được tạo ra bằng cách ngâm tẩm hoặc phủ lên bề mặt các kim loại nặng (ví dụ: bạc hoặc đồng), chất diệt khuẩn (ví dụ: triclosan), hoặc các phương pháp khác (ví dụ: chất kháng khuẩn kích hoạt bằng ánh sáng). Từ thời cổ đại, người ta đã biết rằng một số kim loại nặng (ví dụ: bạc, đồng, vàng, thủy ngân, chì) có hoạt tính chống nhiễm trùng. Mặc dù việc phát triển các bề mặt tự khử trùng được ngâm tẩm hoặc phủ đồng là tiên tiến nhất, nhưng việc sử dụng các kim loại nặng khác như bạc và titan cũng đang được nghiên cứu.

Ion đồng ở nồng độ cao có độc tính với hầu hết các vi sinh vật. Điều này là do chúng có khả năng tạo ra các loại oxy phản ứng và hoạt động như một kim loại mềm mạnh (ví dụ, dẫn đến giải phóng sắt từ các cụm Fe-S) [34&&]. Các gốc tự do được tạo ra bởi đồng có thể làm hỏng lipid, axit nucleic và protein, dẫn đến tế bào chết. Trong lĩnh vực chăm sóc sức khỏe, các hợp chất đồng (ví dụ: ion hóa đồng-bạc) được sử dụng để kiểm soát vi khuẩn *Legionella* trong nguồn nước và nấm *Aspergillus* trên vật liệu xây dựng (ví dụ: đồng-8-quinolinolate). Gần đây hơn, các bề mặt được phủ hoặc ngâm tẩm đồng đã được đánh giá trong các bệnh viện. Nhiều nghiên cứu về các bề mặt hoặc thiết bị chứa đồng đã được thực hiện trong môi trường chăm sóc sức khỏe, so sánh mức độ và tần suất ô nhiễm bề mặt với các bề mặt đối chứng [46–50]. Các nghiên cứu này đã sử dụng bề mặt đối chứng không chứa đồng đồng thời hoặc thiết kế chéo. Nhìn chung, các nghiên cứu này đã chỉ ra rằng các bề mặt được phủ hoặc ngâm tẩm đồng làm giảm mức độ vi khuẩn sinh dưỡng khoảng 1–2-$\log_{10}$ CFU. Trong một nghiên cứu quan trọng sử dụng thử nghiệm ngẫu nhiên, Salgado và cộng sự [51&&] đã báo cáo rằng việc lắp đặt nhiều bề mặt phủ đồng trong phòng bệnh viện đã giảm hơn 50% tỷ lệ nhiễm trùng bệnh viện. Hạn chế của nghiên cứu này là không đánh giá được tần suất vệ sinh tay của nhân viên y tế và hiệu quả của việc khử trùng phòng định kỳ cũng như khử trùng cuối cùng; sự mất cân bằng trong bất kỳ hoạt động nào trong số này đều có thể làm sai lệch kết quả nghiên cứu. Các phương pháp tiềm năng khác để tạo ra bề mặt tự khử trùng bao gồm sử dụng các chất diệt khuẩn như triclosan, thay đổi cấu trúc bề mặt (ví dụ: mô hình Sharklet AF), và các chất kháng khuẩn kích hoạt bằng ánh sáng (ví dụ: lớp cellulose acetate chứa chất cảm quang với xanh toluidine O).

KẾT LUẬN

Một số mầm bệnh lây nhiễm trong bệnh viện chính (như MRSA, VRE, *Acinetobacter* spp., norovirus, và *C. difficile*) được chứng minh có khả năng tồn tại trong môi trường từ vài giờ đến vài ngày (và trong một số trường hợp là vài tháng). Chúng thường xuyên làm ô nhiễm bề mặt môi trường và thiết bị y tế trong phòng của những bệnh nhân bị nhiễm hoặc mang mầm bệnh. Các mầm bệnh này cũng có thể tạm thời bám trên tay nhân viên y tế (NVYT), lây truyền từ người sang người qua tay của NVYT, và gây ra các đợt bùng phát dịch mà trong đó sự lây truyền qua môi trường được cho là có vai trò quan trọng. Hơn nữa, việc nằm viện trong một căn phòng mà bệnh nhân trước đó đã bị nhiễm hoặc mang mầm bệnh MRSA, VRE, *C. difficile*, *Acinetobacter* spp. đa kháng thuốc, hoặc *Pseudomonas* đa kháng thuốc đã được chứng minh là một yếu tố nguy cơ khiến bệnh nhân tiếp theo nhập viện vào căn phòng đó cũng bị nhiễm hoặc mang mầm bệnh tương tự.

Việc áp dụng tăng cường giáo dục, danh mục kiểm tra, và các phương pháp đo lường hiệu quả của việc vệ sinh phòng (ví dụ: sử dụng thuốc nhuộm huỳnh quang) kèm phản hồi ngay lập tức cho nhân viên dịch vụ môi trường đã được chứng minh là giúp cải thiện công tác vệ sinh và dẫn đến giảm tỷ lệ nhiễm trùng bệnh viện. Các phương pháp "không chạm" (ví dụ: đèn UV-C, hơi hydro peroxide) đã được phát triển để cải thiện việc khử trùng phòng cuối cùng và cho thấy nhiều hứa hẹn trong việc giảm nhiễm trùng bệnh viện. Ngoài ra, các bề mặt "tự khử trùng", đặc biệt là bề mặt phủ đồng, cũng cho thấy tiềm năng trong việc giảm lượng vi sinh vật trên bề mặt bệnh viện và giảm các bệnh nhiễm trùng liên quan đến chăm sóc sức khỏe.

Acknowledgements

None.

Conflicts of interest

D.J.W. report consultation with Clorox, W.A.R. reports consultation with Clorox and A.S.P.

TÀI LIỆU THAM KHẢO VÀ ĐỌC THÊM

Papers of particular interest, published within the annual period of review, have been highlighted as:
& of special interest
&& of outstanding interest
Additional references related to this topic can also be found in the Current World Literature section in this issue (p. 392).

1. Klevens RM, Edwards JR, Richards CL, *et al.* Estimating healthcare-associated infections and deaths in U.S. hospitals, 2002. Pub Health Rep 2007; 122:160–166.

Copyright © Lippincott Williams & Wilkins. Unauthorized reproduction of this article is prohibited.

2. Weinstein RA. Epidemiology and control of nosocomial infections in adult intensive care units. Am J Med 1991; 91 (suppl 3B):179S– 184S.
3. Boyce JM. Environmental contamination makes an important contribution to hospital infection. J Hosp Infect 2007; 65 (suppl 2):50– 54.
4. Weber DJ, Rutala WA, Miller MB, *et al.* Role of hospital surfaces in the transmission of emerging healthcare-associated pathogens: norovirus, Clostridium difficile, and Acinetobacter species. Am J Infect Control 2010; 38:S25–S33.
5. Otter JA, Yezli S, French GL. The role played by contaminated surfaces in the transmission of nosocomial pathogens. Infect Control Hosp Epidemiol 2011; 32:687–699.
6. && Otter JA, Yezli S, Salkeld JAG, French GL. Evidence that contaminated surfaces contribute to the transmission of hospital pathogens and an overview of strategies to address contaminated surfaces in hospital settings. Am J Infect Control 2013; 41 (suppl 5):S6 – S11.

This study provides a concise overview of the evidence demonstrating the role of contaminated hospital room surfaces in the transmission of healthcare-associated pathogens and discusses strategies that address environmental contamination.

7. & Weber DJ, Anderson D, Sexton D, Rutala WA. Role of the environment in the transmission of Clostridium difficile in healthcare facilities. Am J Infect Control 2013; 41 (suppl 5):S105 –S110.

This study focuses on the role of the contaminated hospital room surfaces in the transmission of *C. difficile* and methods to reduce environmental mediated *C. difficile* transmission.

8. Rutala WA, Weber DJ. Cleaning, disinfection, and sterilization. In: Carrico R, editor. APIC text of infection control and epidemiology, 3rd edition. Washington DC: Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, Inc; 2009 . pp. 21–31.
9. Hota B. Contamination, disinfection, and cross-colonization: Are hospital surfaces reservoirs for nosocomial infection? Clin Infect Dis 2004; 39: 1182–1189.
10. Kramer A, Schwebke I, Kampf G. How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. BMC Infect Dis 2006; 6:130.
11. Weber DJ, Rutala WA. Role of environmental contamination in the transmission of vancomycin-resistant enterococci. Infect Control Hosp Epidemiol 2007; 18:306–309.
12. Huslage K, Rutala WA, Gergen MF, *et al.* Microbial assessment of high-, medium-, and low-touch hospital room surfaces. Infect Control Hosp Epidemiol 2013; 34:211–212.
13. Boyce JM, Havill NL, Havill HL, *et al.* Comparison of fluorescent marker systems with 2 quantitative methods of assessing terminal cleaning practices. Infect Control Hosp Epidemiol 2011; 32:11187–11193.
14. Huslage K, Rutala WA, Sickbert-Bennett E, Weber DJ. A quantitative approach to defining 'high-touch' surfaces in hospitals. Infect Control Hosp Epidemiol 2010; 31:850– 853.
15. Stiefel U, Cadnum JL, Eckstein BC, *et al.* Contamination of hands with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* after contact with environmental surfaces and after contact with the skin of colonized patients. Infect Control Hosp Epidemiol 2011; 32:185–187.
16. && Morgan DJ, Rogawski E, Thom KA, *et al.* Transfer of multidrug-resistant bacteria to healthcare workers' gloves and gowns after patient contact increases with environmental contamination. Crit Care Med 2012; 40:1045 –1051.

Demonstrates that environmental contamination is the major determinant of transmission of multidrug-resistant pathogens to healthcare workers' gloves and gowns.

17. Samore MH, Venkataraman L, DeGirolami PC, *et al.* Clinical and molecular epidemiology of sporadic and clustered cases of nosocomial *Clostridium difficile* diarrhea. Am J Med 1996; 100:32–40.
18. Blue J, O'Oneill C, Speziale P, *et al.* Use of a fluorescent chemical as a quality indicator of a hospital cleaning program. Can J Infect Control 2008; 23:216–219.
19. Carling PC, Parry MM, Rupp ME, *et al.* Improved cleaning of the environment surrounding patients in 36 acute care hospitals. Infect Control Hosp Epidemiol 2008; 29:1035– 1041.
20. Carling PC, Parry MF, Bruno-Murtha L, Dick B. Improved environmental hygiene in 27 intensive care units to decrease multidrug-resistant bacterial transmission. Crit Care Med 2010; 38:1054 –1059.
21. Havill NL, Havill HL, Mangione E, *et al.* Cleanliness of portable medical equipment disinfected by nursing staff. Am J Infect Control 2011; 39: 602–604.
22. Cadnum JL, Hurless KN, Kundrapu S, Donskey CJ. Transfer of Clostridium difficile spores by nonsporicidal wipes and improperly used hypochlorite wipes: Practice product perfection. Infect Control Hosp Epidemiol 2013; 34:441–442.
23. Environmental Protection Agency. Selected EPA-registered disinfectants. Environmental Protection Agency; 2013; http://www.epa.gov/oppad001/chemregindex.htm. [Accessed 15 March 2013]
24. Huang SS, Datta R, Platt R. Risk of acquiring antibiotic-resistant bacteria from prior room occupants. Arch Intern Med 2006; 166:1945 –1951.
25. Drees M, Snydman DR, Schmid CH, *et al.* Prior environmental contamination increases the risk of acquisition of vancomycin-resistant enterococci. Clin Infect Dis 2008; 46:678– 685.
26. Shaughnessy MK, Micielli RL, DePestel DD, *et al.* Evaluation of hospital room assignment and acquisition of Clostridium difficile infection. Infect Control Hosp Epidemiol 2011; 32:201–206.
27. Nseir S, Blazejewski C, Lubret R, *et al.* Risk of acquiring multidrug-resistant Gram-negative bacilli from prior room occupants in the intensive care unit. Clin Microbiol Infect 2011; 17:1201 –1208.
28. Carling PC, Bartley JM. Evaluating hygienic cleaning in healthcare settings: What you do not know can harm your patients. Am J Infect Control 2010; 38:S41–S50.
29. Dancer SJ. Hospital cleaning in the 21st century. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 2011; 30:1473 –1481.
30. Davies A, Pottage T, Bennett A, Walker J. Gaseous and air decontamination technologies for Clostridium difficile in the healthcare environment. J Hosp Infect 2011; 77:199– 203.
31. Rutala WA, Weber DJ. Are room decontamination units needed to prevent transmission of environmental pathogens? Infect Control Hosp Epidemiol 2011; 32:743– 747.
32. && Otter JA, Yezli S, Perl TM, *et al.* The role of 'no-touch' automated room disinfection systems in infection prevention and control. J Hosp Infect 2013; 83:1–13.

This study provides an excellent review of 'no-touch' methods of room disinfection including hydrogen peroxide vapor systems, aerosolized hydrogen peroxide and ultraviolet radiation.

33. & Rutala WA, Weber DJ. Disinfectants used for environmental disinfection and new room decontamination technology. Am J Infect Control 2013; 41 (suppl 5):S36– S41.

A concise review of new disinfectants used for environmental disinfection and 'no-touch' methods of room disinfection.

34. && Weber DJ, Rutala WA. Self-disinfecting surfaces: Review of current methodologies and future prospects. Am J Infect Control 2013; 41 (suppl 5):S31 – S35.

A concise review of 'self-disinfecting' surfaces for room disinfection including heavy metals (silver, copper), germicide impregnated materials, altered topography, and light-activated antimicrobial coatings.

35. Carling PC, Parry F, von Beheren M. Identifying opportunities to enhance environmental cleaning in 23 acute care hospitals. Infect Control Hosp Epidemiol 2008; 29:1 –7.
36. Goodman ER, Platt R, Bass R, *et al.* Impact of environmental cleaning intervention on the presence of methicillin-resistant *Stahylococcus aureus* and vancomycin-resistant enterococci on surfaces in intensive care unit rooms. Infect Control Hosp Epidemiol 2008; 29:593–599.
37. & Carling C. Methods for assessing the adequacy of practice and improving room disinfection. Am J Infect Control 2013; 41 (suppl 5):S20 –S25.

Described currently available methods including advantages and disadvantages for assessing the adequacy of cleaning of hospital room surfaces (i.e., visual inspection, fluorescent dye, aerobic plate counts, and ATP bioluminescence).

38. Havill N. Best practices in disinfection of noncritical surfaces in the healthcare setting: Creating a bundle for success. Am J Infect Control 2013; 41 (suppl 5):S26– S30.
39. & Carling P, Huang SS. Improving healthcare environmental cleaning and disinfection: current and evolving issues. Infect Control Hosp Epidemiol 2013; 34:507– 513.

An excellent scientific-based review of methods to improve environmental cleaning and disinfection in healthcare facilities.

40. & Centers for Disease Control and Prevention. Evaluating environmental cleaning. Centers for Disease Control and Prevention; 2013:; http://www.cdc.gov/HAI/prevent/prevention_tools.html. [Accessed 15 March 2013]

Provides very useful 'took kit' to aid in achieving improved surface disinfection in healthcare facilities.

41. & Sitzlar B, Deshpande A, Fertelli D, *et al.* An environmental disinfection odyssey: Evaluation of sequential interventions to improve disinfection of *Clostridium difficile* isolation rooms. Infect Control Hosp Epidemiol 2013; 34:453–458.

An important study that demonstrates the need to employ multiple strategies to reduce surface contamination in hospitals.

42. & Knudrapu S, Sunkesula V, Jury LA, *et al.* Daily disinfection of high-touch surfaces in isolation rooms to reduce contamination of healthcare workers' hands. Infect Control Hosp Epidemiol 2013; 33:1039 –1042.

An excellent study that demonstrated that daily disinfection of high-touch environmental surfaces reduced contamination with *C. difficile* and MRSA on the gloved hands of healthcare personnel.

43. && Donskey C. Does improving cleaning reduce healthcare-associated infections? Am J Infect Control 2013; 41 (suppl 5):S12 –S19.

A comprehensive literature review that concludes that a variety of intervention studies have been shown to be effective in improving cleaning and disinfection of hospital room surfaces.

44. Boyce JM, Havill NL, Otter JA, *et al.* Impact of hydrogen peroxide vapor room decontamination on *Clostridium difficile* environmental contamination and transmission in a healthcare setting. Infect Control Hosp Epidemiol 2008; 29:723–729.
45. Passaretti C, Otter JA, Reich NG, *et al.* An evaluation of environmental decontamination with hydrogen peroxide vapor for reducing the risk of patient acquisition of multidrug-resistant organisms. Clin Infect Dis 2013; 56:27–35.

Copyright © Lippincott Williams & Wilkins. Unauthorized reproduction of this article is prohibited.

46. Casey AL, Adams D, Karpanen TJ, *et al.* Role of copper in reducing hospital environment contamination. J Hosp Infect 2010; 74:72–77.
47. Marais F, Mehtar S, Chalkley L. Antimicrobial efficacy of copper touch surfaces in reducing environmental bioburden in a South African community healthcare facility. J Hosp Infect 2010; 74:80–81.
48. Mikolay A, Huggett S, Tikana L, *et al.* Survival of bacteria on metallic copper surfaces in a hospital trial. Appl Microbiol Biotechnol 2010; 87:1875–1879.
49. Rai S, Hirsch BE, Attaway HH, *et al.* Evolution of the antimicrobial properties of copper surfaces in an outpatient infectious disease practice. Infect Control Hosp Epidemiol 2012; 33:200–201.
50. Karpanen TJ, Casey AL, Lambert PA, *et al.* The antimicrobial efficacy of copper alloy furnishing in the clinical environment: a crossover study. Infect Control Hosp Epidemiol 2012; 33:3 –9.
51. Salgado CD, Sepkowitz KA, John JF, *et al.* Copper surfaces reduced the rate && of healthcare-acquired infections in the intensive care unit. Infect Control Hosp Epidemiol 2013; 34:479–486.

An important study that demonstrated that the rate of healthcare-associated infections and/or MRSA or VRE colonization in ICU rooms with copper-alloy surfaces was significantly lower compared with standard ICU rooms.

Copyright © Lippincott Williams & Wilkins. Unauthorized reproduction of this article is prohibited.