

Staphylococcus aureus resistente à meticilina em superfícies de uma Unidade de Terapia Intensiva*

Methicillin-resistant Staphylococcus aureus on surfaces of an Intensive Care Unit

Staphylococcus aureus resistente a la meticilina en superficies de una Unidad de Cuidados Intensivos

Adriano Menis Ferreira¹, Denise de Andrade², Marcelo Alessandro Rigotti³,
Margarete Teresa Gottardo de Almeida⁴

RESUMO

Objetivo: Avaliar a presença de *Staphylococcus aureus resistente à meticilina* (MRSA) em superfícies próximas aos pacientes internados em uma Unidade de Terapia Intensiva Geral. **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal, no qual foram coletadas amostras microbiológicas de cinco superfícies (grades direita/esquerda, manivela da cama, mesa, botões da bomba de infusão e aventais de algodão) de cada dez unidades de pacientes, totalizando 63 amostras. Para a coleta, foram utilizadas placas Petri Film™ Staph Express Count System 3M™ e para a triagem de resistência à meticilina, o ágar Mueller-Hinton adicionado de 4% de cloreto de sódio e 6 µg/ml oxacilina. Análises descritivas foram empregadas para determinar a frequência (n) e porcentagem (%) de contaminação das superfícies ambientais. **Resultados:** Das 48 amostras positivas para *Staphylococcus aureus*, 29 (60,4%) foram resistentes à meticilina. A incidência em grades e manivelas da cama, mesa, botões da bomba de infusão e aventais foi, respectivamente, 55,5%, 57,1%, 57,1%, 60,0% e 75,0%. **Conclusão:** Os resultados sugerem que as superfícies ao redor do paciente constituí-se uma importante ameaça, visto que representam reservatórios secundários de MRSA.

Descritores: *Staphylococcus aureus*; Contaminação de equipamentos; Infecção hospitalar; Resistência à meticilina

ABSTRACT

Objective: To evaluate the presence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in areas close to patients in a General Intensive Care Unit. **Methods:** This is a cross-sectional study, in which microbiological samples were collected from five surfaces (left / right bed siderails, bed crank, table, buttons on the infusion pump, and cotton gowns) from each of ten patient rooms, totaling 63 samples. To collect samples, the Petri Film™ Staph Express Count System 3M™ was used to screen for methicillin resistance, with the Mueller-Hinton agar supplemented with 4% sodium chloride and 6 µg / ml of oxacillin. Descriptive analysis was conducted to determine the frequency (n) and percentage (%) of contamination of environmental surfaces. **Results:** Of 48 samples positive for *Staphylococcus aureus*, 29 (60.4%) were resistant to methicillin. The incidence on the siderails and bed cranks, table, buttons on the infusion pumps and aprons were, respectively, 55.5%, 57.1%, 57.1%, 60.0% and 75.0%. **Conclusion:** The results suggest that the surfaces around the patient constitute a major threat, as they represent secondary reservoirs of MRSA.

Keywords: *Staphylococcus aureus*; Equipment contamination; Cross infection; Methicillin resistance

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la presencia de *Staphylococcus aureus resistente a la meticilina* (MRSA) en superficies cercanas a los pacientes internados en una Unidad de Cuidados Intensivos General. **Métodos:** Se trata de un estudio transversal, en el cual se recolectaron muestras microbiológicas de cinco superficies (enrejados derecho/izquierdo, manivela de la cama, mesa, botones de la bomba de infusión y mandiles de algodón) de cada diez unidades de pacientes, totalizando 63 muestras. Para la recolección, se utilizaron placas Petri Film™ Staph Express Count System 3M™ y para el triaje de resistencia a la meticilina, el ágar Mueller-Hinton adicionado del 4% de cloruro de sodio y 6 µg/ml oxacilina. Se emplearon análisis descriptivos para determinar la frecuencia (n) y el porcentaje (%) de contaminación de las superficies ambientales. **Resultados:** De las 48 muestras positivas para *Staphylococcus aureus*, 29 (60,4%) fueron resistentes a la meticilina. La incidencia en enrejados y manivelas de la cama, mesa, botones de la bomba de infusión y mandiles fue, respectivamente, 55,5%, 57,1%, 57,1%, 60,0% y 75,0%. **Conclusión:** Los resultados sugieren que las superficies alrededor del paciente se constituye en una importante amenaza, pues representan reservorios secundarios de MRSA.

Descriptores: *Staphylococcus aureus*; Contaminación de equipos; Infeción hospitalaria; Resistência a la meticilina

* Estudo realizado em Outubro de 2008 em uma Unidade de Terapia Intensiva médico - cirúrgica de um Hospital Universitário. Parte de um Projeto de Pós-Doutorado apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

¹ Enfermeiro, Pós doutor em enfermagem. Professor Adjunto do Curso de Enfermagem da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Três Lagoas (MS) Brasil.

² Enfermeira. Professora Associada do Departamento de Enfermagem Geral e Especializada da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Centro Colaborador da OMS para o Desenvolvimento da Pesquisa em Enfermagem - Ribeirão Preto (SP), Brasil.

³ Enfermeiro, Mestrando em Enfermagem, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Centro Colaborador da OMS para o Desenvolvimento da Pesquisa em Enfermagem - Ribeirão Preto (SP), Brasil.

⁴ Bióloga. Professora Doutora do Departamento de Doenças Dermatológicas Infecciosas e Parasitárias da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto e líder do Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (SP) Brazil.

Autor correspondente: Adriano Menis Ferreira

Artigo recebido em 29/07/2009 e aprovado em 07/04/2011

Av. Raulpho Marques Leal, 3220 – Distrito Industrial – Três Lagoas - MS - Brasil

CEP. 79610-100 E-mail: a.amr@ig.com.br

INTRODUÇÃO

Staphylococcus aureus está entre os microrganismos responsáveis pela colonização e infecção do seres humanos. É um dos principais agentes causadores de infecção primária da corrente sanguínea, infecções do trato respiratório inferior e do sítio cirúrgico⁽¹⁻²⁾ além de se destacar como a segunda maior causa de bacteremia⁽³⁾, pneumonia, e infecções cardiovascular⁽¹⁻²⁾. Infecções causadas por *S. aureus* são particularmente difíceis de serem tratadas devido ao perfil de resistência antimicrobiana. A resistência à penicilina e as drogas de espectro reduzido como as β -lactamases (e.x., meticilina e oxacilina) surgiram quase que imediatamente após sua introdução na prática clínica nas décadas de 40 e 60, respectivamente⁽⁴⁾.

Staphylococcus aureus resistente a Meticilina (SARM) é endêmico na maior parte dos hospitais no mundo e causa nível significativo de morbidade e mortalidade, especialmente em pacientes de unidade de terapia intensiva (UTI)⁽⁵⁾. Pacientes em UTI estão expostos a maiores riscos de adquirirem infecção com SARM devido aos seus múltiplos fatores de risco como permanência hospitalar prolongada, maior consumo de antimicrobianos e presença de dispositivos intravenosos⁽⁶⁻⁷⁾.

O principal veículo pelo qual os pacientes adquirem MRSA quando está em uma UTI é por meio das mãos dos profissionais de saúde, entretanto, estudos têm demonstrado que, mesmo com medidas que melhoram a adesão à higienização das mãos, a contaminação cruzada não deixa de acontecer⁽⁸⁻⁹⁾. A função exata que o ambiente inanimado desempenha na transmissão de SARM ainda não está determinada. O ambiente pode atuar como reservatório para SARM, que conseqüentemente pode contaminar uma gama de equipamentos hospitalares e sobreviver por longo período de tempo⁽¹⁰⁻¹²⁾.

O presente estudo tem como objetivo avaliar a presença de SARM em superfícies próximas de pacientes internados em uma Unidade de Terapia Intensiva Geral.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal executado em Outubro de 2008 em uma Unidade de Terapia Intensiva Médico-Cirúrgica de um Hospital Universitário. A UTI possuía 30 leitos destinados a pacientes acima de 18 anos, e no período de coleta de dados estava com 100% de ocupação e com média mensal de admissão de 62 pacientes. Para realização do estudo obteve-se autorização da administração de enfermagem.

Quatro superfícies (grade da cama [direita e esquerda], manivela, mesa de cabeceira, botões da bomba de

infusão) e 13 capotes cirúrgicos de dez unidades de pacientes da UTI foram selecionados para realizar coleta microbiológica antes da limpeza. Esses objetos foram escolhidos devido ao fato de serem freqüentemente manipulados/tocados, atuando como potenciais fontes de exposição aos profissionais de saúde e pacientes. Amostras de todos os itens foram coletadas uma única vez, em 21 de Outubro de 2008, totalizando 63 amostras.

Durante o estudo as dez unidades dos pacientes estavam ocupadas e não foi possível realizar a caracterização dos mesmos. Entretanto, o período médio de permanências dos pacientes que estavam internados no momento da coleta de dados foi 8,3 dias.

Usualmente a unidade do paciente é limpa com compressas de algodão umedecidas com álcool 70% (w/v). Se alguma sujidade é observada na superfície, primeiramente realize-se a limpeza da mesma com água e detergente e posteriormente com álcool. Destaca-se que uma mesma compressa é utilizada para limpeza de unidades distintas de pacientes e somente descartada quando visivelmente suja, com exceção da unidade de isolamento da UTI.

Para coleta dos microrganismos, utilizaram-se placas Petrifilm™ (3M™; St Paul, MN, USA), modelo Staph Express 3M™, preparadas com meio cromatogênico modificado de *Baird-Parker*, que é seletivo e diferencial para *Staphylococcus aureus*. As placas foram pressionadas contra a superfície por 1 minuto com pressão de aproximadamente de 25g/cm² (teste realizado pressionando uma placa controle sobre uma balança) evitando movimento.

Ao término de cada coleta, as placas foram identificadas com data, horário e local da coleta. Foram, então, armazenadas em caixas de isopor e transportadas ao laboratório de microbiologia.

Uma área de amostra de 30 cm² e incubação a 35°C, durante 24-48 horas. As leituras das placas Petrifilm™ foram realizadas com auxílio de estereomicroscópio (Nikon, JP), sob luz refletida, e foram avaliadas quantitativamente em unidades formadoras de colônias (UFCs). Colônias vermelho-violeta foram consideradas como *Staphylococcus aureus*.

A susceptibilidade à meticilina foi verificada pelo teste de triagem para resistência à oxacilina⁽¹³⁾. Utilizou-se placas de Petri, contendo ágar Muller-Hinton, suplementado com 4% de cloreto de sódio e 6 µg/ml de oxacilina, conhecido como meio SARM (Probac do Brasil®). Esses microrganismos foram repicados em caldo de BHI (*Brain Heart Infusion*) e incubados a 37°C, por 24 horas. Após esse período, foram inoculados nas placas e incubados a 37°C, por 24 e 48 horas. O crescimento nas placas foi considerado positivo para SARM

Análises descritivas foram utilizadas para determinar

a frequência (n) e percentagem (%) da contaminação das superfícies.

RESULTADOS

Este estudo demonstrou a contaminação de superfícies do ambiente através da coleta de amostras microbiológicas de 63 superfícies próximas a pacientes internados em uma UTI. Das 48 amostras positivas para *Staphylococcus aureus*, 29 (60.4%) foram resistentes à meticilina. A incidência nas grades da cama, manivelas, mesa de cabeceira, botões da bomba de infusão e capotes cirúrgicos foram, respectivamente, 55.5%, 57.1%, 57.1%, 60.0% e 75.0% (Tabela 1).

Houve uma contaminação ambiental disseminada com SARM na UTI (Figure 1).



Figura 1 – Vista das superfícies coletadas (setas) da unidade do paciente em uma UTI.

DISCUSSÃO

Vários estudos demonstram que diversas superfícies no ambiente hospitalar podem tornar-se reservatórios para SARM⁽¹⁴⁻¹⁸⁾. Diversos estudos abordam especificamente a contaminação ambiental por SARM em unidades de isolamento⁽¹⁹⁻²¹⁾.

Há muitas décadas, tem sido considerado controverso se superfícies ambientais contaminadas

contribuem ou não na transmissão de microrganismos associados ao cuidado à saúde. O potencial das superfícies ambientais contaminadas contribuirão na transmissão de microrganismos associado ao cuidado à saúde, depende de alguns fatores, incluindo a habilidade dos microrganismos permanecerem viáveis sobre superfícies secas distintas, a frequência com que eles contaminam superfícies comumente manipuladas por pacientes e profissionais de saúde, e se ou não os níveis de contaminação são suficientemente elevados a fim de ocasionar a transmissão ao pacientes⁽²²⁾.

A contaminação das superfícies próximas ao paciente foi evidente em 48 ocasiões onde as amostras foram obtidas. No geral, a frequência de superfícies positivas para SARM foi 60.4%. Outros estudos semelhantes têm demonstrado taxas menores de contaminação em unidades de isolamento, tais como 27.0%⁽¹⁹⁾, 24.0%⁽²³⁾, 40.0%⁽²⁴⁾, 22.0%⁽²⁰⁾, e 54.0%⁽²¹⁾.

Entretanto, vários estudos que detectaram SARM em superfícies de unidades de isolamento, são improváveis de serem comparados, uma vez as características do paciente, os métodos microbiológicos de detecção, o esquema de amostragem, assim como variam, consideravelmente, a maneira, frequência, e efetividade dos métodos de limpeza e desinfecção.

Não existe, ainda, prova concreta de que o ambiente atua como um reservatório secundário para causar infecção a pacientes com bactérias multirresistentes em situações epidêmicas ou endêmicas. No entanto, há crescentes indícios de que o ambiente de pacientes colonizados com bactérias gram-positivas serve como um reservatório potencial para a transmissão cruzada e, portanto, possível de causar infecção^(19,25).

A contaminação ambiental pode contribuir na transmissão de microrganismos associados ao cuidado à saúde quando profissionais de saúde contaminam suas mãos ou luvas tocando superfícies contaminadas, ou quando pacientes têm contato direto com essas superfícies⁽¹⁹⁾.

Superfícies ambientais contaminadas que são comumente manipuladas por pacientes e/ou profissionais podem atuar como fontes pela transferência de microrganismos pelas mãos. Em apoio

Tabela 1 – Contaminação por *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina em superfícies próximas a pacientes em uma unidade de terapia intensiva

| Superfícies examinadas | Número de amostras | <i>S. aureus</i> | % | SARM | % |
|-------------------------------------|--------------------|------------------|------|------|------|
| Grades da cama (direita e esquerda) | 20 | 18 | 90.0 | 10 | 55.5 |
| Mesa de cabeceira | 10 | 7 | 70.0 | 4 | 57.1 |
| Manivela da cama | 10 | 7 | 70.0 | 4 | 57.1 |
| Botões da bomba de infusão | 10 | 5 | 50.0 | 3 | 60.0 |
| Capotes cirúrgicos | 13 | 8 | 61.5 | 6 | 75.5 |
| Total | 63 | 48 | 76.1 | 29 | 60.4 |

a essa suposição, Boyce et al.⁽¹⁹⁾ demonstrou que cinco (42%) de 12 enfermeiras contaminaram suas mãos enluvadas com SARM enquanto realizavam procedimentos que não requeriam contato direto com o paciente mas envolvia tocar objetos nos quartos de pacientes com SARM. Oie et al.⁽¹⁴⁾ encontrou SARM nas maçanetas de 19% dos 21 quartos de pacientes com SARM, por outro lado, isolou 7% de SARM das maçanetas de 175 quartos de pacientes sem SARM. French et al.⁽²⁶⁾ demonstrou que SARM foi encontrado antes da limpeza em 59% das 27 maçanetas e 33% das torneiras. SARM também foi encontrado em outras superfícies comumente tocadas pelos profissionais, tais como painel de controle da cama, interruptores de luz e elevadores de transporte de pacientes. Em outro estudo, 31% de voluntários que tocaram as grades da cama e as mesas de cabeceira em quartos de pacientes, contaminaram suas mãos com *S. aureus* (35% dos quais eram SARM)⁽²⁷⁾. Quando voluntários tocaram as grades da cama e mesas de cabeceira em quartos desocupados que tinha recebido limpeza terminal, 7% contaminaram suas mãos com *S. aureus*⁽²⁷⁾.

Nesse estudo, a alta incidência de contaminação dos capotes cirúrgicos chama a atenção. Destaca-se que esses capotes eram confeccionados de 100% de algodão, para uso individual de cada paciente, substituído a cada 12 horas ou quando visivelmente molhado/sujo, no entanto, estavam em uso por aproximadamente 18 horas e foram utilizados por diferentes profissionais (enfermeiros, auxiliares/técnicos de enfermagem, médicos e fisioterapeutas) que examinaram ou realizaram procedimentos nos pacientes que estavam em precaução de contato. Essa situação pode ter contribuído para esse panorama.

A transmissão de SARM de fontes ambientais contaminadas para pacientes tem ocorrido em vários locais. Schultsz et al.⁽²⁸⁾ apresentou evidência convincente que nebulizadores ultrassônico foram a fonte de surto por SARM entre pacientes. Outros estudos têm indicado evidências sugestivas de que grades de ar condicionado foram fontes de surto por SARM em hospitais⁽²⁹⁻³⁰⁾. Em um estudo realizado por Hardy et al.⁽²⁰⁾ os autores concluíram que três pacientes adquiriram SARM do ambiente, mas não descartaram os Trabalhadores da Área da Saúde (TAS) como uma outra fonte potencial⁽²⁸⁻³¹⁾. A função da contaminação ambiental das superfícies na transmissão de microrganismos associados ao cuidado à saúde é também sustentada pelo fato que a limpeza e/ou desinfecção do ambiente pode reduzir a incidência de colonização ou infecção associada ao cuidado à saúde, contudo, evidência do efeito da limpeza simples na redução da taxa de aquisição de SARM em hospital é escassa, porém um estudo recente demonstrou que uma intervenção consistindo de aumento da aplicação

de desinfetante a base de quaternário de amônio (imersão do pano de limpeza no balde), educação do pessoal do Serviço de Limpeza, e uso de um sistema de monitoramento da limpeza por luz negra, melhorou a limpeza e diminuiu a probabilidade de culturas positivas para SARM ou *Enterococcus* Resistente à Vancomicina (ERV)⁽³²⁾.

Amostras microbiológicas de superfícies podem ser úteis em testar a efetividade de métodos novos ou modificados de limpeza ou desinfecção. Pode também ser realizadas em resposta a investigações epidemiológicas que sugerem o ambiente ou superfícies como sendo possíveis reservatórios ou fontes de transmissão de doenças nosocomiais⁽³³⁾. O principal objetivo da limpeza é manter as superfícies visivelmente limpas, desinfetar as superfícies mais freqüentemente tocadas do que as outras menos freqüentes, e limpar as substâncias derramadas imediatamente⁽³⁴⁻³⁵⁾. Dessa forma, superfícies ambientais próximas a pacientes (ex. armários, camas) e aquelas freqüentemente tocadas (manivela da cama, grade da cama, botões da bomba de infusão) podem ser tornarem contaminadas com microrganismos epidemiologicamente importante e deve ser limpa regularmente, na alta do paciente ou de acordo com a rotina hospitalar.

Em um estudo⁽³⁶⁾ profissionais de enfermagem demonstraram déficits de conhecimento acerca dos principais reservatórios de bactérias multirresistentes, implicando na possibilidade de exposição desses profissionais a essas fontes sem as precauções adequadas e conseqüentemente, o risco de contaminação e disseminação dessas bactérias multirresistentes.

Nesse estudo, a alta incidência da contaminação ambiental é provável de ser reflexo da baixa adesão a higienização das mãos e medidas de higienização ambiental comprometidas, uma vez que, durante o estudo, nenhum procedimento de limpeza foi observado nas superfícies analisadas, embora a rotinas seja desinfetá-las com álcool a 70% uma vez ao dia, após alta ou óbito do paciente. Os níveis apontados de contaminação nesse estudo podem refletir a necessidade de reiterar medidas básicas de higienização das mãos, e, a elevada contaminação bacteriana ambiental pode sugerir que o método atual de limpeza não está a contento e consideração deve ser pautada no uso de desinfetantes ou outros agentes, como rotina para reduzir a biocarga, além de esquemas de limpeza mais intensivos.

Esse estudo possui limitações. Primeiro, as culturas foram realizadas apenas uma única vez. O exato momento entre quando a superfície foi limpa, quando foi escolhida e foi cultivada não foi quantificado. Esses detalhes de tempo podem ter influenciado significativamente os resultados das culturas. O número de vezes que uma superfície foi tocada também não foi

controlado. Ademais, uma amostra conveniente de somente cinco superfícies não representa a UTI como um todo e pode haver itens que poderiam não estar contaminado para SARM, mas que não foram amostrados. Restrições financeiras limitaram a quantidade de amostras colhidas.

Investigações futuras do significado clínico da contaminação do ambiente hospitalar e métodos mais eficazes de limpeza são necessários. O que permanece inconclusivo, no entanto, é a grande expressão da contaminação ambiental com bactérias patogênicas como SARM, especialmente preocupante do ponto de vista epidemiológico relacionado às infecções hospitalares.

CONCLUSION

Os resultados preliminares desse estudo transversal

REFERÊNCIAS

- Richards MJ, Edwards JR, Culver DH, Gaynes RP. Nosocomial infections in medical intensive care units in the United States. National Nosocomial Infections Surveillance System. *Crit Care Med*. 1999;27(5):887-92.
- Richards MJ, Edwards JR, Culver DH, Gaynes RP. Nosocomial infections in pediatric intensive care units in the United States. National Nosocomial Infections Surveillance System. *Pediatrics*. 1999;103(4):e39.
- Wisplinghoff H, Bischoff T, Tallent SM, Seifert H, Wenzel RP, Edmond MB. Nosocomial bloodstream infections in US hospitals: analysis of 24,179 cases from a prospective nationwide surveillance study. *Clin Infect Dis*. 2004;39(3):309-17. Erratum in: *Clin Infect Dis*. 2004;39(7):1093. *Clin Infect Dis*. 2005;40(7):1077.
- Lowy FD. Antimicrobial resistance: the example of *Staphylococcus aureus*. *J Clin Invest*. 2003;111(9):1265-73.
- Diekema DJ, Pfaller MA, Schmitz FJ, Smayevsky J, Bell J, Jones RN, et al. Survey of infections due to *Staphylococcus* species: frequency of occurrence and antimicrobial susceptibility of isolates collected in the United States, Canada, Latin America, Europe, and the Western Pacific region for the SENTRY Antimicrobial Surveillance Program, 1997-1999. *Clin Infect Dis*. 2001;32 Suppl 2:S114-32.
- Asensio A, Guerrero A, Quereda C, Lizán M, Martínez-Ferrer M. Colonization and infection with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: associated factors and eradication. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1996;17(1):20-8.
- Ibelings MM, Bruining HA. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: acquisition and risk of death in patients in the intensive care unit. *Eur J Surg*. 1998;164(6):411-8.
- Pittet D, Mourouga P, Perneger TV. Compliance with handwashing in a teaching hospital. *Infection Control Program*. *Ann Intern Med*. 1999;130(2):126-30.
- Pittet D, Dharan S, Touveneau S, Sauvan V, Perneger TV. Bacterial contamination of the hands of hospital staff during routine patient care. *Arch Intern Med*. 1999;159(8):821-6.
- Blythe D, Keenlyside D, Dawson SJ, Galloway A. Environmental contamination due to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *J Hosp Infect*. 1998;38(1):67-9. Comment in: *J Hosp Infect*. 1998;39(3):242-3. *J Hosp Infect*. 1998;39(3):243-4.
- Ferreira AM, Andrade D, Almeida MTG, Cunha KC, Rigotti MA. Colchões do tipo caixa de ovo: um reservatório de *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina? *Rev Esc Enferm USP*. 2011;45(1):161-6.
- Oie S, Kamiya A. Contamination of environmental surfaces by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Biomed Lett*. 1998;57:115-9.
- NCCLS. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. Fourteenth informational supplement. NCCLS document M100-S14. 2004, Wayne, Pennsylvania.
- Oie S, Hosokawa I, Kamiya A. Contamination of room door handles by methicillin-sensitive/methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Hosp Infect*. 2002;51(2):140-3.
- Oie S, Yanagi C, Matsui H, Nishida T, Tomita M, Kamiya A. Contamination of environmental surfaces by *Staphylococcus aureus* in a dermatological ward and its preventive measures. *Biol Pharm Bull*. 2005;28(1):120-3.
- Panhotra BR, Saxena AK, Al-Mulhim AS. Contamination of patients' files in intensive care units: an indication of strict handwashing after entering case notes. *Am J Infect Control*. 2005;33(7):398-401.
- Fellowes C, Kerstein R, Clark J, Azadian BS. MRSA on tourniquets and keyboards. *J Hosp Infect*. 2006;64(1):86-8.
- Oomaki M, Yorioka K, Oie S, Kamiya A. *Staphylococcus aureus* contamination on the surface of working tables in ward staff centers and its preventive methods. *Biol Pharm Bull*. 2006;29(7):1508-10.
- Boyce JM, Potter-Bynoe G, Chenevert C, King T. Environmental contamination due to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: possible infection control implications. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1997;18(9):622-7.
- Hardy KJ, Oppenheim BA, Gossain S, Gao F, Hawkey PM. A study of the relationship between environmental contamination with methicillin-resistant *Staphylococcus*

- aureus (MRSA) and patients' acquisition of MRSA. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2006;27(2):127-32.
21. Sexton T, Clarke P, O'Neill E, Dillane T, Humphreys H. Environmental reservoirs of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in isolation rooms: correlation with patient isolates and implications for hospital hygiene. *J Hosp Infect.* 2006;62(2):187-94.
 22. Boyce JM. Environmental contamination makes an important contribution to hospital infection. *J Hosp Infect.* 2007;65 Suppl 2:50-4.
 23. Lemmen SW, Häfner H, Zoldann 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(3):245-8.
 24. Asoh N, Masaki H, Watanabe H, Watanabe K, Mitsusima H, Matsumoto K, et al. Molecular characterization of the transmission between the colonization of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* to human and environmental contamination in geriatric long-term care wards. *Intern Med.* 2005;44(1):41-5.
 25. Talon D. The role of the hospital environment in the epidemiology of multi-resistant bacteria. *J Hosp Infect.* 1999;43(1):13-7.
 26. French GL, Otter JA, Shannon KP, Adams NM, Watling D, Parks MJ. Tackling contamination of the hospital environment by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): a comparison between conventional terminal cleaning and hydrogen peroxide vapour decontamination. *J Hosp Infect.* 2004;57(1):31-7.
 27. Bhalla A, Pultz NJ, Gries DM, Ray AJ, Eckstein EC, Aron DC, Donskey CJ. Acquisition of nosocomial pathogens on hands after contact with environmental surfaces near hospitalized patients. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2004;25(2):164-7.
 28. Schultsz C, Meester HH, Kranenburg AM, Savelkoul PH, Boeijen-Donkers LE, Kaiser AM, et al. Ultra-sonic nebulizers as a potential source of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* causing an outbreak in a university tertiary care hospital. *J Hosp Infect.* 2003;55(4):269-75.
 29. Cotterill S, Evans R, Fraise AP. An unusual source for an outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* on an intensive therapy unit. *J Hosp Infect.* 1996;32(3):207-16.
 30. Kumari DN, Haji TC, Keer V, Hawkey PM, Duncanson V, Flower E. Ventilation grilles as a potential source of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* causing an outbreak in an orthopaedic ward at a district general hospital. *J Hosp Infect.* 1998;39(2):127-33.
 31. Rampling A, Wiseman S, Davis L, Hyett AP, Walbridge AN, Payne GC, Cornaby AJ. Evidence that hospital hygiene is important in the control of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Hosp Infect.* 2001;49(2):109-16.
 32. Goodman ER, Platt R, Bass R, Onderdonk AB, Yokoe DS, Huang SS. Impact of an environmental cleaning intervention on the presence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and vancomycin-resistant enterococci on surfaces in intensive care unit rooms. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2008;29(7):593-9.
 33. Al-Hamad A, Maxwell S. How clean is clean? Proposed methods for hospital cleaning assessment. *J Hosp Infect.* 2008;70(4):328-34.
 34. Schulster L, Chinn RY; CDC; HICPAC. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *MMWR Recomm Rep.* 2003;52(RR-10):1-42.
 35. Hota B. Contamination, disinfection, and cross-colonization: are hospital surfaces reservoirs for nosocomial infection? *Clin Infect Dis.* 2004;39(8):1182-9.
 36. Moura JP, Gir E. Nursing staff knowledge of multi-resistant bacterial infections. *Acta Paul Enferm.* 2007;20(3):351-6.