

ANÁLISE DA CARGA MICROBIANA DE SUPERFÍCIES APÓS IMPLEMENTAÇÃO DE UM PACOTE DE INTERVENÇÕES PARA APRIMORAMENTO DA LIMPEZA DA SALA OPERATÓRIA

Palavras-Chave: Desinfecção, descontaminação, patógeno biológico, incrustação biológica, segurança do paciente

Autores:

Juliane Munhoz, Faculdade de Enfermagem – UNICAMP

Profª. Drª. Angélica Zaninelli Schreiber, Faculdade de Ciências Médicas – UNICAMP

Flavio Andrade de Oliveira, Divisão de Patologia Clínica/Microbiologia Clínica - UNICAMP

Profª. Drª. Caroline Lopes Ciofi-Silva (orientadora), Faculdade de Enfermagem – UNICAMP

INTRODUÇÃO

As Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) e a Resistência Antimicrobiana (RAM) permanecem como desafios globais relevantes, especialmente em sistemas de saúde com recursos limitados. Estima-se que, a cada 100 pacientes hospitalizados, 7 em países de alta renda e até 15 em países de baixa e média renda adquiram pelo menos uma IRAS, com taxa média de mortalidade em torno de 10%^[1,2]. A presença de microrganismos multirresistentes eleva de duas a três vezes o risco de óbito entre os pacientes infectados^[3,4].

De acordo com estimativas da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) e do Banco Mundial, estratégias como higiene das mãos, gestão de antimicrobianos e higienização ambiental são altamente custo-efetivas, podendo reduzir em até 85% o impacto da RAM e evitar milhares de mortes por um custo estimado de €0,70 por pessoa/ano^[5]. Além da redução de taxas de infecção, essas estratégias contribuem para menor permanência hospitalar, uso reduzido de antimicrobianos e prevenção da disseminação de microrganismos multirresistentes^[6].

Em ambientes hospitalares, a descontaminação de superfícies inanimadas é uma medida essencial, visto que essas superfícies podem atuar como reservatórios secundários de microrganismos epidemiologicamente relevantes^[7,8]. A cadeia de transmissão se completa por meio do contato direto com superfícies contaminadas como leitos, mesas cirúrgicas e equipamentos ou de forma indireta, pelas mãos dos profissionais de saúde^[9,10]. Embora existam debates quanto à participação das superfícies na etiologia das infecções do sítio cirúrgico (ISC), evidências indicam que a contaminação ambiental na sala operatória pode contribuir para esses eventos, cuja natureza é multifatorial^[9,10].

Diversos estudos demonstram que microrganismos como *Staphylococcus aureus*, *Acinetobacter baumannii*, *Clostridioides difficile* e enterococos resistentes podem persistir em superfícies por dias ou semanas, mesmo após procedimentos rotineiros de limpeza, revelando lacunas na aplicação dos protocolos^[11]. A literatura sinaliza que a implementação de estratégias de higiene ambiental está associada à redução das IRAS e à diminuição da colonização por patógenos resistentes, desde que sejam abordados aspectos técnicos, estruturais e humanos do processo de limpeza^[12,13].

Para garantir a efetividade da higiene ambiental, cinco elementos centrais devem ser considerados: o produto e abordagem utilizados, a técnica de limpeza, o treinamento da equipe, a auditoria com retorno (feedback) e a comunicação entre os envolvidos. A omissão ou fragilidade em qualquer um desses componentes compromete o impacto da intervenção, de modo que se recomenda enfoques multimodais integrados para controle eficaz das infecções associadas à assistência^[6].

Dentre os modelos propostos, o protocolo REACH (Researching Effective Approaches to Cleaning in Hospitals) apresenta cinco componentes baseados em evidências: treinamento da equipe de limpeza, padronização da técnica, uso adequado do produto, auditoria com feedback e reforço da comunicação institucional. O estudo multicêntrico randomizado conduzido por Mitchell et al. em 11 hospitais australianos demonstrou que a aplicação coordenada desse pacote foi eficaz na redução de infecções por *Enterococcus* resistente à vancomicina, além de aumentar significativamente a eficácia da limpeza em pontos críticos, como banheiros e quartos, com remoção de sujidades em até 86% dos locais auditados^[14,15].

Entretanto, a maior parte dessas evidências é oriunda de países de alta renda. Apesar de avanços em protocolos e tecnologias, ainda existem lacunas relevantes na limpeza de salas operatórias, principalmente relacionadas à execução consistente, monitoramento, treinamento e abordagem sistêmica. Melhorias nessas áreas são fundamentais para aumentar a segurança do paciente e reduzir IRAS.

Diante disso, o presente estudo propôs-se investigar a eficácia de um pacote de intervenções baseado no protocolo REACH na redução da carga microbiana de superfícies em salas operatórias de um hospital público terciário no Brasil, buscando contribuir com evidências contextualizadas sobre a aplicabilidade e efetividade desse modelo em realidades com recursos limitados.

MÉTODO

Trata-se de um estudo quase-experimental (do tipo antes e depois), com abordagem quantitativa, realizado no Centro Cirúrgico Geral do Hospital de Clínicas da UNICAMP, que conta com 16 salas operatórias. A coleta de dados ocorreu entre os meses de fevereiro a julho de 2025. A avaliação da carga microbiana das superfícies tanto do período controle (pré intervenção) quanto do período de intervenção foram realizadas por meio da utilização de placas RODAC (Replicate Organism Detection and Counting) contendo ágar triptona, meio nutritivo seletivo para microrganismos heterotróficos. As

placas foram aplicadas diretamente sobre cinco superfícies randomizadas de cada sala operatória, com pressão uniforme mantida por 10 segundos, cobrindo uma área de 25 cm². As análises foram realizadas no LAPEX, com incubação das amostras por 72 horas a 37°C. As UFC (Unidades Formadoras de Colônias) foram quantificadas e os microrganismos identificados por espectrometria de massa (BD™ Bruker MALDI Biotyper®) além de testes de sensibilidade a antimicrobianos, conforme a rotina do Laboratório de Microbiologia do HC-UNICAMP. Todos os dados foram registrados em planilhas Excel e analisados com estatística descritiva. A intervenção encontra-se em fase de implementação. Até o momento, foi realizada uma reunião com as equipes de enfermagem e higiene hospitalar para apresentação dos dados do período controle e discussão das adequações necessárias nos Procedimentos Operacionais Padrão (POPs). Para avaliar a eficácia da limpeza concorrente, foi aplicado marcador luminescente em cinco superfícies previamente selecionadas de cada sala cirúrgica, sem conhecimento dos profissionais. Após a limpeza, foi verificada a remoção do marcador.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Comparação da carga microbiana (UFC/cm²) em superfícies da sala operatória antes e depois da limpeza concorrente no período controle e antes e depois da limpeza concorrente durante o período de intervenção.

	Período Controle						Período Intervenção					
	Antes da limpeza			Depois da Limpeza			Antes da limpeza			Depois da Limpeza		
SUPERFÍCIE	N	UFC	UFC/cm ²	N	UFC	UFC/cm ²	N	UFC	UFC/cm ²	N	UFC	UFC/cm ²
Foco luminoso	5	35	1,4	5	44	1,76	2	4	0,16	2	5	0,2
Superfície do carrinho de anestesia	4	401	16,04	4	74	2,96	1	8	0,32	1	300	12
Painel de gases	4	66	2,64	4	88	3,52	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Bomba de infusão	2	76	3,04	2	88	3,52	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Eletrocautério	2	44	1,76	2	26	1,04	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Mesa operatória	5	62	2,48	5	34	1,36	2	1	0,04	2	2	0,08
Mesa auxiliar	5	63	2,52	5	102	4,08	2	6	0,24	2	1	0,04
Controle de posicionamento da mesa operatória	4	74	2,96	4	122	4,88	2	104	4,16	2	14	0,56
Monitor do carrinho de anestesia	4	46	1,84	4	20	0,8	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Suporte de soro	4	15	0,6	4	115	4,6	1	31	1,24	1	3	0,12
Braçadeira	4	56	2,24	4	72	2,88	2	10	0,4	2	3	0,12
Armário de equipamentos	5	350	14	5	76	3,04	1	16	0,64	1	5	0,20
Coxim	2	430	17,2	2	46	1,84	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Aspirador	2	17	0,68	2	55	2,2	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Hamper	2	150	6	2	36	1,44	1	7	0,28	2	3	0,12
Total	54	1885	75,4	54	998	39,92	14	187	7,48	15	336	13,44

Fonte: elaborado pelos autores

NC: Não coletado; N = número de amostras

Os resultados deste estudo foram divididos em dois momentos: antes da aplicação de um pacote de intervenções e depois de um pacote de intervenções para aprimoramento da higiene ambiental.

Quantificação de UFC

Foram analisadas 108 amostras de superfícies em salas operatórias no período controle. As coletas foram realizadas em dois momentos: imediatamente após a saída do paciente da SO e imediatamente depois do processo da limpeza concorrente da SO. A carga microbiana global foi de 1885 UFC antes da limpeza e 998 UFC após a limpeza pela equipe, correspondendo a uma redução de 47,1%.

Os valores de UFC obtidos foram convertidos para UFC/cm² por meio da divisão da contagem total por 25. Essa abordagem permite avaliar a carga microbiana residual em conformidade com limites estabelecidos em estudos prévios, que consideram uma superfície como limpa se for detectada uma carga microbiana de < 2,5 UFC/cm² (ou ≤ 60 UFC/placa)^[16].

A análise das reduções na carga microbiana por cm² das superfícies revelou que 9 das 15 superfícies apresentaram diminuição dos valores após a limpeza concorrente. As maiores reduções percentuais de UFC/cm² ocorreram no coxim (de 17,2 para 1,84; redução de 89,3%), no armário de equipamentos (de 14,0 para 3,04; 78,3%), na superfície do carrinho de anestesia (de 16,04 para 2,96; 81,5%), no hamper (de 6,0 para 1,44; 76,0%), e no monitor do carrinho de anestesia (de 1,84 para 0,8; 56,5%). Por outro lado, algumas superfícies apresentaram aumento de UFC após a limpeza concorrente: suporte de soro (de 0,6 para 4,6; aumento de 666,7%), controle de posicionamento da mesa operatória (de 2,96 para 4,88; 64,9%), mesa auxiliar (de 2,52 para 4,08; 61,9%), bomba de infusão (de 3,04 para 3,52; 15,8%) e painel de gases (de 2,64 para 3,52; 33,3%), como mostrado na Tabela 1.

Ainda no início da implementação do pacote de intervenções, foram analisadas 29 amostras. Observou-se redução da carga microbiana em diversas superfícies críticas da sala operatória. Entre os destaques, a mesa auxiliar apresentou queda de 0,24 para 0,04 UFC/25 cm²; o suporte de soro, de 1,24 para 0,12; a braçadeira, de 0,4 para 0,12; o controle de posicionamento da mesa operatória, de 4,16 para 0,56; e o armário de equipamentos, de 0,64 para 0,2 UFC/25 cm². O foco luminoso também manteve baixa contagem, com leve variação (0,16 para 0,2 UFC/25 cm²). Já a mesa operatória apresentou discreto aumento (0,04 para 0,08). No entanto, a superfície do carrinho de anestesia representou um resultado inesperado, com aumento expressivo de 0,32 para 12 UFC/25 cm², impactando significativamente a média geral (que passou de 7,48 para 13,44 UFC/25 cm²).

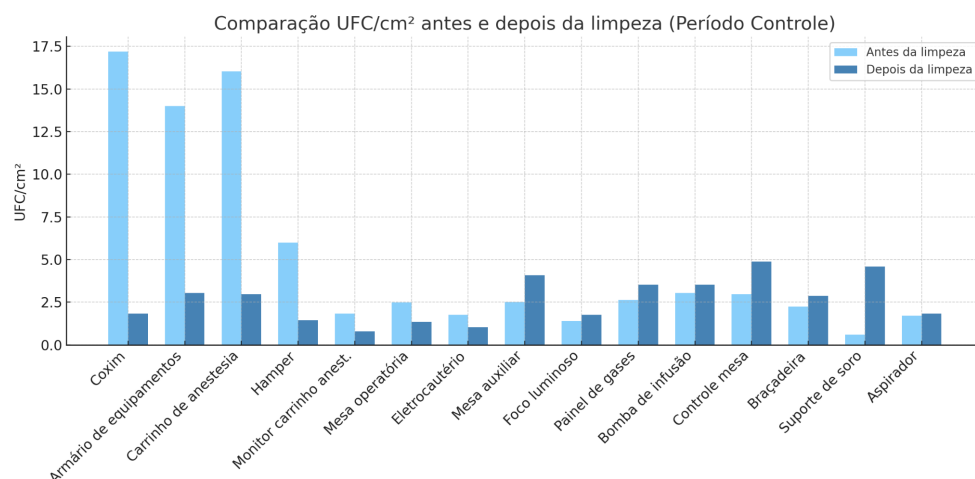
Análise Microbiológica

Do ponto de vista microbiológico, foram identificadas 94 espécies diferentes de microrganismos nas superfícies analisadas do período controle, com predominância de bactérias Gram-positivas comensais da pele humana. *Micrococcus luteus* foi o microrganismo mais frequente (n=46), seguido por *Staphylococcus epidermidis* (n=34), *Staphylococcus hominis* (n=23) e *Staphylococcus warneri* (n=18), todos reconhecidos como colonizadores comuns da microbiota cutânea. Também foram isoladas espécies do gênero *Bacillus* (n=34, considerando as diversas espécies e isolados não identificados a nível de espécie) e microrganismos ambientais como *Moraxella*, *Paenibacillus* e *Dermacoccus*. Destacam-se ainda microrganismos de relevância clínica e epidemiológica, como *Staphylococcus aureus* (n=1) resistente à metilina, *Enterobacter cloacae* (n=2), *Klebsiella pneumoniae* (resistente à ampicilina) e *Escherichia coli* (multissensível). Esses achados reforçam o potencial risco de transmissão cruzada em ambientes cirúrgicos, caso os processos de higiene não sejam adequados. Leveduras e fungos filamentosos, como *Candida parapsilosis*, *Candida tropicalis* e *Curvularia* spp., também foram identificados em baixa frequência.

Quanto à marcação luminescente, apenas 15 amostras apresentaram remoção completa do marcador após a limpeza, enquanto 91 (85,8%) mantiveram resíduos do marcador.

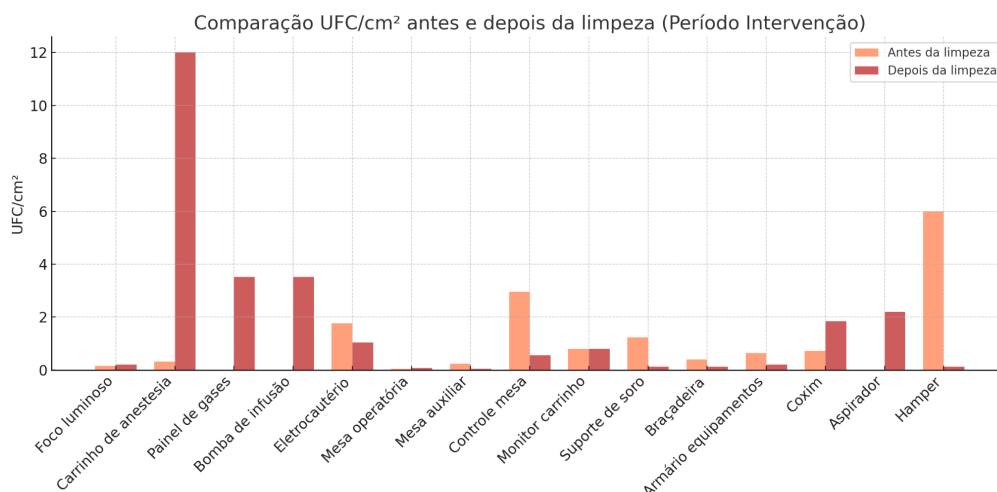
No período pós-intervenção, *Micrococcus luteus* manteve-se como o microrganismo mais frequentemente isolado (n=11), em consonância com o perfil observado no período pré-intervenção, seguido por *Moraxella osloensis* e *Dermacoccus nishinomiyaensis* (ambos com n=8). *Staphylococcus epidermidis* apresentou frequência moderada (n=5), assim como outras espécies do gênero *Staphylococcus* associadas à microbiota cutânea humana, incluindo *S. capitis*, *S. hominis* e *S. haemolyticus*, evidenciando a persistência desses comensais nas superfícies analisadas. Entre os microrganismos potencialmente oportunistas de relevância clínica, destacaram-se os estafilococos mencionados, além de *Bacillus cereus* (n=4) e *Staphylococcus lugdunensis*, cuja virulência e comportamento clínico é mais agressivos em comparação a outros estafilococos coagulase-negativos.

Gráfico 1 : Comparação UFC/cm² antes e depois da limpeza no período controle



Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 2: Comparação UFC/cm² antes e depois da limpeza no período Intervenção



Fonte: Elaborado pelos autores

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo reforçam a importância da adoção de estratégias multimodais para a melhoria da limpeza ambiental em salas operatórias. A implementação de um pacote de intervenções baseado no modelo REACH tem demonstrado impacto positivo na redução da carga microbiana em superfícies críticas, com destaque para a diminuição de microrganismos clinicamente relevantes após a intervenção.

A efetividade de uma intervenção multimodal também foi observada em contextos com recursos limitados. No estudo piloto conduzido em três hospitais da Tanzânia, Gon e colaboradores⁽¹⁶⁾ aplicaram um pacote semelhante e identificaram melhora significativa na conformidade da limpeza, com aumento na proporção de superfícies adequadamente limpas e redução da presença de patógenos. O sucesso foi atribuído, principalmente, ao reforço do treinamento prático, à supervisão ativa e ao envolvimento das equipes de limpeza como protagonistas do processo de mudança. De forma semelhante, neste estudo, a redução de microrganismos hospitalares como *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter cloacae* e *Klebsiella oxytoca* após a intervenção sugere que medidas educativas e estruturais podem promover impacto microbiológico mensurável mesmo em realidades de saúde pública com limitações operacionais.

Além disso, a revisão sistemática de Xie et al.^[17] evidencia que a eficácia das estratégias de limpeza depende da consideração de fatores humanos e do desenho dos sistemas de trabalho. O estudo destaca que falhas comuns como fricção inadequada, omissão de áreas periféricas e uso incorreto de produtos, excesso de tarefas simultâneas, baixa visibilidade do trabalho da equipe de limpeza e ausência de feedback contínuo. Essas limitações foram também observadas no presente estudo, sobretudo na análise do marcador luminescente, que permaneceu visível em 85,8% das amostras após a limpeza concorrente no período pré intervenção. Esse resultado sugere falhas operacionais na execução da limpeza, apesar da redução na carga microbiana observada por cultura, indicando que eficácia microbiológica parcial pode coexistir com baixa adesão à técnica de higiene adequada.

Importa salientar que o número reduzido de amostras no período pós-intervenção, em virtude da continuidade das coletas e da implementação das medidas, pode limitar a representatividade estatística dos resultados. Não obstante essa limitação, observou-se redução na contagem absoluta dos microrganismos prevalentes no período pré-intervenção, tais como *M. luteus*, *S. epidermidis*, *S. hominis* e *S. warneri*. Ademais, patógenos de maior relevância clínica detectados previamente incluindo *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella oxytoca*, *Serratia marcescens* e *Pseudomonas stutzeri* não foram recuperados nas amostras pós-intervenção. Em contraposição, verificou-se maior frequência de microrganismos ambientais e oportunistas, como *Moraxella osloensis* e *Dermacoccus nishinomiyaensis*, antes pouco expressivos, bem como a detecção de diversas espécies dos gêneros *Bacillus* e *Paenibacillus*.

Esses achados sugerem uma modificação no perfil microbiológico das superfícies investigadas, caracterizada pela diminuição dos patógenos clínicos de maior relevância, concomitante à persistência dos comensais cutâneos e ao aumento relativo de microrganismos ambientais.

CONCLUSÃO

Os resultados parciais deste estudo sugerem que a aplicação de um pacote de intervenções baseado no protocolo REACH pode reduzir a carga microbiana e alterar o perfil microbiológico de superfícies na sala operatória. Apesar das melhorias observadas, a baixa remoção do marcador luminescente e o aumento de UFC em algumas áreas indicam a necessidade de aperfeiçoamento das práticas de limpeza e de monitoramento contínuo. Como as análises seguem em andamento, os achados devem ser interpretados com cautela, sendo necessária a continuidade na coleta de dados do período de intervenção para confirmar sua efetividade.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Global report on infection prevention and control. Geneva: WHO; 2023.
2. Suetens C, Latour K, Kärki T, Ricchizzi E, Kinross P, Moro ML, et al. Prevalence of healthcare-associated infections, estimated incidence and composite antimicrobial resistance index in acute care hospitals and long-term care facilities: results from two European point prevalence surveys, 2016 to 2017. *Euro Surveill*. 2018;23(46):1800516.
3. Balakrishnan VS. WHO's first global infection prevention and control report. *Lancet Infect Dis*. 2022;22(8):1122.
4. Browne A, Mitchell BG. Infection prevention and control: the key to tackling antimicrobial resistance. *J Hosp Infect*. 2023;135:1–3.
5. White NM, Barnett AG, Hall L, Mitchell BG, Farrington A, Halton K, et al. Cost-effectiveness of an environmental cleaning bundle for reducing healthcare-associated infections. *Clin Infect Dis*. 2020;70(12):2461–8.
6. Sartelli M, Marini C, McNelis J, Coccolini F, Rizzo C, Labricciosa F, Petrone P. Preventing and controlling healthcare-associated infections: the first principle of every antimicrobial stewardship program in hospital settings. *Antibiotics (Basel)*. 2024;13:896. doi:10.3390/antibiotics13090896.
7. Kanamori H, Rutala WA, Gergen MF, Weber DJ. Perioperative bacterial contamination from patients on contact precaution in operating room environment. *Open Forum Infect Dis*. 2020;7(3):ofaa048.
8. AORN Journal. Guideline quick view: Environmental cleaning. *AORN J*. 2020;111(2):252–7.
9. Ciofi-Silva CL, Bruna CQM, Carmona RCC, Almeida AGCS, Santos FCP, Inada NM, et al. Norovirus recovery from floors and air after various decontamination protocols. *J Hosp Infect*. 2019;103(3):328–34.
10. Santos Junior AG, Ferreira AM, Rigotti MA, Santos FR, Furlan MCR, Andrade D. Avaliação da eficiência da limpeza e desinfecção de superfícies em uma unidade básica de saúde. *Texto Contexto Enferm*. 2018;27(4):e5370017.
11. Wißmann JE, Kirchhoff L, Brüggemann Y, Todt D, Steinmann J, Steinmann E. Persistence of pathogens on inanimate surfaces: a narrative review. *Microorganisms*. 2021;9(2):343.
12. Hung IC, Chang HY, Cheng A, Chen MW, Chen AC, Ting L, et al. Implementation of human factors engineering approach to improve environmental cleaning and disinfection in a medical center. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2020;9(1):77.
13. Peters A, Schmid MN, Parneix P, Lebowitz D, de Kraker M, Sauser J, et al. Impact of environmental hygiene interventions on healthcare-associated infections and patient colonization: a systematic review. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2022;11(1):46.
14. Mitchell BG, Hall L, White N, Barnett AG, Halton K, Paterson DL, et al. An environmental cleaning bundle and health-care-associated infections in hospitals (REACH): a multicentre, randomised trial. *Lancet Infect Dis*. 2019;19(4):410–8.
15. Wang J, Hu H, Chen Z, Li Z, Wu X, Xu Z, et al. Impact of multicenter unified enhanced environmental cleaning and disinfection measures on nosocomial infections among patients in intensive care units. *Am J Infect Control*. 2017;45(11):e133–9.
16. Gon G, Kabanyanyi AM, Blinkhoff P, Cousens S, Dancer SJ, Graham WJ, et al. The Clean pilot study: evaluation of an environmental hygiene intervention bundle in three Tanzanian hospitals. *Antimicrob Resist Infect Control* [Internet]. 2021;10(1):8. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/s13756-020-00866-8>.
17. Xie A, Sax H, Daodu O, Alam L, Sultan M, Rock C, Stewart CM, Perry SJ, Gurses AP. Environmental cleaning and disinfection in the operating room: a systematic scoping review through a human factors and systems engineering lens. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2024 Mar 13:1–10. doi: 10.1017/ice.2023.280. Epub ahead of print. PMID: 38477015.