

EFEKTIVITAS DIDECYLDIMETHYLAMMONIUM CHLORIDE 2.5% DAN CHLORINE 0.5% TERHADAP PERTUMBUHAN *Staphylococcus aureus* DAN *Klebsiella pneumoniae* DI RUANG OPERASI

Jumanto¹, Abu Bakar², Achmad Sigit Sugiharto³
Universitas Airlangga^{1,2}
RSD dr. Soebandi³
jmtakif@gmail.com¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas disinfeksi klorin 0,5% dan didesildimetilamonium klorida 2,5% terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae* di ruang operasi. Metode yang digunakan adalah *quasi-experimental post-only group design* dengan jumlah sampel sebanyak 40 sampel permukaan lingkungan ruang operasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara dua jenis desinfektan yaitu *didecyldimethylammonium chloride* 2,5% dan klorin 0,5% terhadap penurunan jumlah bakteri (*p-value* 0,373) dan keduanya mampu menurunkan jumlah *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae*. Simpulan, kedua desinfektan memiliki efikasi yang baik dalam menurunkan *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae* pada permukaan ruang operasi.

Kata Kunci: Disinfeksi Didecyldimethylammonium Klorida, Klorin, Pertumbuhan Bakteri, Ruang Operasi

ABSTRACT

This study aims to determine the effectiveness of the disinfection of 0.5% chlorine and 2.5% didecyldimethylammonium chloride against Staphylococcus aureus and Klebsiella pneumoniae in the operating room. The method used is a quasi-experimental post-only group design with a total sample of 40 samples of the operating room environment. The results showed no difference between the two types of disinfectants, namely didecyldimethylammonium chloride 2.5% and chlorine 0.5% in reducing the number of bacteria (p-value 0.373) and both were able to reduce the number of Staphylococcus aureus and Klebsiella pneumoniae. In conclusion, both disinfectants effectively reduced Staphylococcus aureus and Klebsiella pneumoniae on operating room surfaces.

Keywords: *Didecyldimethylammonium Chloride Disinfection, Chlorine, Bacterial Growth, Operating Room*

PENDAHULUAN

Disinfeksi didefinisikan sebagai penggunaan produk kimia yang dirancang untuk membunuh bakteri patogen (Branch & Amiri, 2020). Pembersihan menghilangkan kotoran, bahan organik, dan kontaminan yang terlihat dari permukaan (Han et al., 2021). Pembersihan dan disinfeksi yang tidak konsisten pada area perioperatif, yaitu adanya beban organik dan anorganik pada permukaan yang mengakibatkan aktivasi disinfektan yang tidak maksimal (Fernandez et al., 2018).

Pencemaran lingkungan terjadi ketika darah pasien atau cairan tubuh lainnya menyentuh permukaan peralatan dan ketika petugas secara manual menyentuh permukaan dan menangani peralatan atau pasien di ruang operasi. Disinfeksi permukaan lingkungan ruang operasi memiliki peran penting dalam mengurangi potensi penularan HAIs dan menyebabkan morbiditas dan mortalitas pasien (De Simone et al., 2020). Proses disinfeksi permukaan lingkungan ruang operasi saat ini umumnya menggunakan didesildimetilamonium klorida yang dapat menurunkan jumlah bakteri permukaan. Jenis disinfektan bervariasi, mulai dari benzalkonium klorida, glutaraldehid, kalium hidrogen, dan klorin. Pencegahan dan pengendalian infeksi rumah sakit belum mengeluarkan kebijakan atau rekomendasi penggunaan disinfektan karena belum memiliki uji efikasi dan efektivitas disinfektan yang digunakan di area perioperatif.

Disinfeksi dan pembersihan lingkungan menghasilkan penurunan yang signifikan dalam infeksi luka operasi. Infeksi luka operasi menurun dari 1,4% sebelum disinfeksi lingkungan dan setelah disinfeksi lingkungan menjadi 0,4% (Murrell et al., 2019). Infeksi luka operasi terjadi sekitar 11,8 per 100 prosedur pembedahan. Data pencegahan dan pengendalian infeksi di RSUD dr. Soebandi Jember periode 2017 hingga 2019 menunjukkan bahwa rata-rata tingkat infeksi yang terjadi adalah sebesar 1,3%. Hasil uji kultur pasien yang terinfeksi pada periode tersebut memperlihatkan bakteri yang sama dengan bakteri pada permukaan lingkungan ruang operasi.

Klorin merupakan desinfektan yang paling umum digunakan karena jangkauannya dari area yang luas hingga area yang sempit. Disinfektan klorin lebih efektif dan terbukti secara empiris, murah dan mudah didapat. Terdapat lima kelompok disinfektan, yaitu: disinfektan yang mengandung klorin, alkohol, iradiasi UV, Hidrogen peroksida, dan disinfektan lainnya (misalnya, etilen oksida, glutaraldehid, disinfektan amonium kuaterner). Disinfektan yang mengandung klorin paling banyak digunakan (Sharafi et al., 2020). Penggunaan disinfektan pada pelayanan kesehatan bergantung pada jenis ruang operasi, jumlah dan jenis persediaan farmasi. Pemilihan disinfektan harus mempertimbangkan mikroorganisme yang akan dibersihkan dan konsentrasi serta waktu kontak yang direkomendasikan, kesesuaian dengan bahan kimia disinfektan dan permukaan yang akan ditangani, toksisitas, kemudahan penggunaan dan stabilitas produk.

Bakteri dapat hidup dan berkembang biak di permukaan lingkungan ruang operasi. Pembersihan peralatan dan permukaan lingkungan secara teratur sangat penting untuk mencegah penyebaran organisme patogen yang berpotensi menyebabkan infeksi. Semua anggota tim perioperatif memiliki tanggung jawab untuk menyiapkan lingkungan yang aman dan bersih bagi pasien dan tim bedah. Pembersihan dan disinfeksi umumnya dilakukan di awal, diantara ronde dan di akhir operasi (Padgett & Wood, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas disinfeksi *didecyl dimethyl ammonium chloride* 2,5% dan klorin 0,5% terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae* di ruang operasi.

Pelaksanaan penelitian ini juga ditujukan untuk mencari kebaruan informasi terkait perbedaan dua jenis desinfektan tersebut. Informasi yang diperoleh pada penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi terkait penggunaan disinfektan dalam mencegah infeksi terutama di layanan kesehatan.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini berupa *quasi-experimental post-test only*. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*. Jumlah sampel yaitu 40 sampel usap permukaan lingkungan ruang operasi terdiri dari 20 grup bebas klorin 0,5% dan 20 grup bebas DDAC 2,5%. Analisis data dilakukan dengan uji distribusi frekuensi terhadap banyaknya bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae* pada permukaan lingkungan dalam operasi. Uji beda non parametrik dalam dua kelompok bebas dilakukan menggunakan Uji Mann Whitney dengan mempertimbangkan teknik pengambilan sampel non-probabilitas dengan asumsi non-*purposive sampling* dari distribusi data abnormal. Hasil penelitian dikatakan ada perbedaan jika *p-value* lebih kecil dari alpha ($\alpha = 5\%$).

Lokasi penelitian dilaksanakan di RSUD dr. Soebandi Jember, Jawa Timur, Indonesia dari September 2021 hingga Maret 2022 dengan persetujuan etik penelitian ini telah disetujui oleh Komisi Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dengan nomor sertifikat etik No. 1452/UN25.8/K. Objek penelitian adalah lingkungan permukaan ruang operasi dan proses kultur mikrobiologi dilakukan di Laboratorium Fakultas Kedokteran Universitas Jember menggunakan peralatan dan obat-obatan antara lain: Lampu spiritus, korek api, kapas, kaca objek, rak lukisan, pipet Pasteur, rak tabung, ernmayer, kompor listrik, inkubator, sterilisator love, autoclave, laminar flow, mikroskop, tabung reaksi, Petridis, timbangan, aquades, NaCl 0,9%, NA media/nutrien agar, MSA media/manitol soft agar, MC/mac conkey media, gram A/1 cat gentian violet, gram B/2 lugol cat, gram C/3 aseton alkohol cat dan gram D cat /4 safranin.

Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan melakukan perijinan ke instansi, kemudian observasi lahan kamar operasi, penentuan kamar operasi yang akan dibersihkan, menyiapkan peralatan kebersihan, disinfektan permukaan lingkungan, swabbing dan penyimpanan pada media angkut. Setelah pengambilan sampel dilakukan, selanjutnya dikirim ke laboratorium mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Jember untuk dilakukan pemeriksaan kultur mikrobiologi dan penghitungan koloni pertumbuhan bakteri.

HASIL PENELITIAN

Hasil kultur usap permukaan lingkungan pasca penggunaan disinfeksi klorin 0,5% penelitian ini ditemukan bakteri *Staphylococcus aureus* pada lantai dan meja operasi di dua kamar operasi. Sementara itu, tidak ditemukan biakan koloni *Klebsiella pneumoniae* dari empat ruang operasi yang dilakukan pemeriksaan kultur seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel. 1
Hasil Temuan Kultur Pasca Penggunaan Disinfeksi *Chlorine* 0,5%

No.	Sampel	Biakan <i>Staphylococcus aureus</i>	(%)	Biakan <i>Klebsiella pneumoniae</i>	(%)
1	Lantai OR 1	300	24,43	0	0
2	Lantai OR 1	7	0,57	0	0
3	Meja OR 1	300	24,43	0	0
4	Meja OR 1	300	24,43	0	0
5	Pintu OR 1	0	0,00	0	0
6	Lantai OR 6	0	0,00	0	0
7	Lantai OR 6	3	0,24	0	0
8	Meja OR 6	300	24,43	0	0
9	Meja OR 6	6	0,49	0	0
10	Pintu OR 6	0	0,00	0	0
11	Lantai OR 7	3	0,24	0	0
12	Lantai OR 7	4	0,33	0	0
13	Meja OR 7	0	0,00	0	0
14	Meja OR 7	0	0,00	0	0
15	Pintu OR 7	0	0,00	0	0
16	Lantai OR 8	0	0,00	0	0
17	Lantai OR 8	0	0,00	0	0
18	Meja OR 8	5	0,41	0	0
19	Meja OR 8	0	0,00	0	0
20	Pintu OR 8	0	0,00	0	0

Hasil kultur usap permukaan lingkungan pasca penggunaan disinfeksi didesildimetilamonium klorida 2,5% pada penelitian ini ditemukan bakteri *Staphylococcus aureus* pada lantai sebanyak lebih dari 300 (24,43%) dari satu ruang operasi dan biakan koloni bakteri lebih 300 (24,43%) pada meja operasi di satu kamar operasi. Sementara itu tidak ditemukan biakan koloni *Klebsiella pneumoniae* dari empat ruang operasi yang dilakukan pemeriksaan kultur seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel. 2
Disinfection *Didecyldimethylammonium Chloride* 2,5%

No.	Sampel	Biakan <i>Staphylococcus aureus</i>	(%)	Biakan <i>Klebsiella pneumoniae</i>	(%)
1	Lantai OR 1	0	0,00	0	0
2	Lantai OR 1	0	0,00	0	0
3	Meja OR 1	0	0,00	0	0
4	Meja OR 1	0	0,00	0	0
5	Pintu OR 1	0	0,00	0	0
6	Lantai OR 6	0	0,00	0	0

No.	Sampel	Biakan <i>Staphylococcus aureus</i>		Biakan <i>Klebsiella pneumoniae</i>	
			(%)		(%)
7	Lantai OR 6	0	0,00	0	0
8	Meja OR 6	0	0,00	0	0
9	Meja OR 6	0	0,00	0	0
10	Pintu OR 6	0	0,00	0	0
11	Lantai OR 7	0	0,00	0	0
12	Lantai OR 7	300	49,18	0	0
13	Meja OR 7	300	49,18	0	0
14	Meja OR 7	10	1,64	0	0
15	Pintu OR 7	0	0,00	0	0
16	Lantai OR 8	0	0,00	0	0
17	Lantai OR 8	0	0,00	0	0
18	Meja OR 8	0	0,00	0	0
19	Meja OR 8	0	0,00	0	0
20	Pintu OR 8	0	0,00	0	0

Tabel. 3
Hasil Uji Beda Penggunaan Kedua Disinfektan

Sampel	N	Mean	SD	Mann Whitney
Chlorine 0,5%	20	61.4000	122.41964	0,373
DDAC 2,5%	20	30.5000	92.19402	

Berdasarkan data pada tabel 3, hasil analisis memperlihatkan bahwa pada penggunaan didesildimetilamonium klorida 2.5% dan klorin 0,5% didapatkan tidak ada perbedaan yang signifikan ($p\text{-value} = 0,373$), yang berarti kedua disinfektan tersebut efektif menurunkan jumlah *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae*.

PEMBAHASAN

Disinfeksi klorin 0,5% menurunkan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* pada permukaan lingkungan ruang operasi. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa disinfektan klorin 0,5% merupakan disinfektan yang sangat efektif dalam menekan pertumbuhan bakteri. Disinfektan klorin efektif terhadap biofilm *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* yang biasa ditemukan di fasilitas kesehatan tersebut (Lineback et al., 2018).

Disinfektan klorin memiliki efek sterilisasi yang kuat, terutama digunakan untuk membunuh berbagai mikroorganisme patogen, seperti virus, bakteri, spora, jamur, dan sejenisnya. Klorin memiliki aktivitas mikrobisida yang kuat dan memiliki berat molekul yang relatif kecil, dengan cepat menembus membran sel ke dalam bakteri, sehingga pengoksidasi protein bakteri dengan cepat menghancurkan bakteri (Cheng et al., 2018). Klorin termasuk dalam kelompok disinfektan tingkat menengah dari spektrum aktivitas bakterisida, virucidal, fungisida, dan sporisidal mikobakterisidal. Obat klorin spektrum luas (sporicidal) bekerja dengan cepat, tidak mudah terbakar, murah, banyak tersedia di pasaran, dan dapat mereduksi biofilm.

Toksitas tinggi dapat melepaskan klorin beracun jika dicampur dengan asam atau amonia, iritasi kulit, dan membran. Kompatibilitas bahan merusak kain, dan karpet, meninggalkan residu secara korosif, membutuhkan pembilasan atau netralisasi, dan memiliki bau yang mengganggu. Stabilitas yang buruk dapat rusak jika terkena panas

dan UV. Disinfeksi didesildimetilamonium klorida 2,5% menurunkan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae* di lingkungan ruang operasi. Hasil ini berbeda dengan penelitian sebelumnya bahwa *didecyldimethylammonium chloride* 2,5% tidak efektif dalam menekan laju pertumbuhan bakteri; klorin dan disinfektan hidrogen peroksida memiliki sifat bakterisida yang jauh lebih tinggi daripada desinfektan didesildimetilamonium klorida (Lineback et al., 2018).

Disinfektan *didecyldimethylammonium chloride* paling tidak toleran terhadap faktor lain yang dapat mempengaruhi efektivitas antimikroba, seperti adanya bahan organik dan anorganik, kandungan mineral air, pH, suhu, dan bahan kain lap atau pel (Hong et al., 2017). Senyawa tersebut adalah disinfektan tingkat rendah untuk aktivitas bakterisida, virucidal (hanya virus berselubung) dan fungisida. Toksisitasnya dapat digunakan pada permukaan, kompatibilitas luas bahan tidak korosif, dengan kemampuan pembersihan yang baik, biaya rendah. *Didecyldimethylammonium chloride* dipengaruhi oleh faktor lingkungan, aktivitas dapat dikurangi dengan berbagai bahan (misalnya, kapas, kandungan mineral air, kain microfiber, bahan organik). Namun senyawa ini dapat menyebabkan resistensi silang dengan antibiotik yang bertahan di lingkungan. Kondisi ini membuat peneliti menyimpulkan bahwa *didecyldimethylammonium chloride* 2,5% memiliki efektivitas yang baik dalam menekan pertumbuhan bakteri dan dapat digunakan atau direkomendasikan sebagai bahan desinfektan pada permukaan lingkungan ruang operasi.

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan disinfeksi didesildimetilamonium klorida 2,5% dan klorin 0,5% terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae* di area ruang operasi. Namun menurut Lineback et al., (2018) klorin 0,5% dan DDAC 2,5% sama-sama efektif untuk disinfeksi permukaan lingkungan ruang operasi. Studi disinfektan klorin 0,5% memiliki kemanjuran terhadap biofilm *Staphylococcus aureus*, sedangkan disinfektan *didecyldimethylammonium chloride* 0,5% mampu mensterilkan permukaan lingkungan ruang operasi (Cheng et al., 2018). Meskipun dari statistik tidak ada perbedaan yang signifikan, namun peneliti melihat bahwa dengan disinfeksi permukaan lingkungan ruang operasi menggunakan desinfektan klorin 0,5% masih banyak ditemukan *Staphylococcus aureus* pada OR1 lantai 1: 300 (24,43%), lantai 2 : 7 (0,57%), meja operasi 1 : 300 (24,43%), meja operasi 2 : 300 (24,43%); OR6 lantai 1 : 3 (0,24%), meja operasi 1 : 300 (24,43%), meja operasi 2 : 6 (0,49%); OR7 lantai 1 : 3 (0,24%), lantai 2 : 4 (0,33%); OR8 meja operasi 1 : 5 (0,41%), sedangkan disinfeksi menggunakan desinfektan *didecyldimethylammonium chloride* 2,5% lebih sedikit ditemukan *Staphylococcus aureus* pada OR7 (lantai 2 : 300 (49,18%), meja operasi 1 : 300 (49,18%) dan meja operasi 2 : 10 (1,64%).

Hasil temuan terkait DDAC 2,5% dari hasil ini mengikuti penelitian sebelumnya bahwa klorin 0,5% adalah disinfektan yang memiliki spektrum luas, bersifat bakterisida dan virus serta dapat menekan pertumbuhan bakteri (West et al., 2018). Penelitian sebelumnya memperlihatkan bahwa *didecyldimethylammonium chloride* 2,5% kurang efektif dalam menekan pertumbuhan bakteri dan hanya aktif melawan bakteri Gram positif (West et al., 2018). Namun, hasil penelitian menemukan bahwa *didecyldimethylammonium chloride* 2,5% sama efektifnya dengan desinfektan klorin 0,5%. Kondisi ini membuat peneliti menyimpulkan bahwa desinfektan klorin dan *didecyldimethylammonium chloride* dapat digunakan dan direkomendasikan untuk digunakan di area ruang operasi.

Data hasil uji mann whitney independent test pada uji beda DDAC 2,5% dan klorin 0,5% menunjukkan tidak adanya perbedaan efektivitas antara kedua variabel (*p-value* sebesar 0,373). Hal ini bermakna bahwa kedua disinfektan tersebut efektif menurunkan jumlah *Staphylococcus aureus* dengan jumlah bakteri 0 = 17 (85%), 1 = 1 (5%) dan 300 = 2 (10%) dalam disinfektan DDAC 2,5%. Sedangkan jumlah bakteri dalam klorin 0,5% adalah 0 kuman = 10 (50%), 3 = 2 (10%), 4 = 1 (5%), 5 = 1 (5%). 6 = 1 (5%), 7 = 1 (5%) dan 300 = 4 (20%).

Hasil identifikasi pertumbuhan bakteri setelah dilakukan didisinfeksi *didecyldimethylammonium chloride* 2,5% diperoleh angka *Staphylococcus aureus* pada permukaan lingkungan ruang operasi (OR7) lantai 1 : 0 (nol), lantai 2 : 300, meja operasi 1 : 300, meja operasi 2 : 10 dan pada kenop pintu: 0 (nol). Sementara itu, pada empat kamar operasi (OR1,6,7 dan 8) *Klebsiella pneumoniae* tidak ditemukan pertumbuhan bakteri. Disinfektan klorin 0,5% dan *didecyldimethylammonium chloride* 2,5% memiliki khasiat atau khasiat yang sama (tidak ada perbedaan) yang dapat dipertanggungjawabkan di ruang operasi baik dalam menurunkan bahkan menekan laju pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae* di permukaan ruang operasi lingkungan.

SIMPULAN

Disinfektan klorin dan *didecyldimethylammonium chloride* dapat menekan pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae*. Penerapan prosedur pembersihan dan disinfeksi yang dilakukan harus sesuai standar yang berlaku untuk memenuhi dan memaksimalkan mekanisme kerja disinfektan dari kedua disinfektan tersebut. Disinfektan klorin dan *didecyldimethylammonium chloride* dapat memutus atau mengurangi rantai penularan infeksi, sehingga kedua disinfektan tersebut dapat direkomendasikan untuk digunakan di ruang operasi untuk mengurangi atau menekan laju pertumbuhan bakteri pada permukaan lingkungan ruang operasi.

SARAN

Penelitian ini memerlukan penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar dan tempat penelitian yang lebih luas lagi. Selain itu diperlukan analisis bakteri dengan spesies yang lebih banyak lagi sesuai dengan sampel bakteri yang ditemukan pada kamar operasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Branch, R., & Amiri, A. (2020). Environmental Surface Hygiene in the OR: Strategies for Reducing the Transmission of Health Care Associated Infections. *AORN Journal*, 112(4), 327–342. <https://doi.org/10.1002/aorn.13175>
- Cheng, C., Jiang, A., & Cheng, C. (2018). Effect Comparison of Double-Stranded Quaternary Disinfectant Wipes and Chlorine Disinfectant of Sterilizing the Surface of the Operating Room. *2018 3rd International Conference on Life Sciences, Medicine, and Health (ICLSMH 2018)*, 38–43. <https://doi.org/10.25236/iclsmh.18.009>
- De Simone, B., Sartelli, M., Coccolini, F., Ball, C. G., Brambillasca, P., Chiarugi, M., Campanile, F. C., Nita, G., Corbella, D., Leppaniemi, A., Boschini, E., Moore, E. E., Biffi, W., Peitzmann, A., Kluger, Y., Sugrue, M., Fraga, G., Di Saverio, S., Weber, D., Sakakushev, B., Chiara, O., Abu-Zidan, F. M., Broek R. T., Kirkpatrick, A. W., Wani, I., Coimbra, R., Baiocchi, G. L., Kelly, M. D.,

- Ansaloni, L., & Catena, F. (2020). Intraoperative Surgical Site Infection Control and Prevention: A Position Paper and Future Addendum to WSES Intra-Abdominal Infections Guidelines. *World Journal of Emergency Surgery*, 15(1), 1–23. <https://doi.org/10.1186/s13017-020-0288-4>
- Fernandez, M. E., Zabaneh, F., & Florez, J. V. (2018). Improving Operating Room (OR) between Case Cleaning for Efficiency and Patient Safety in an Academic Medical Center. *American Journal of Infection Control*, 46(6), 56. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.04.168>
- Han, Z., Pappas, E., Simmons, A., Fox, J., Donskey, C. J., & Deshpande, A. (2021). Environmental Cleaning and Disinfection of Hospital Rooms: A Nationwide Survey. *American Journal of Infection Control*, 49(1), 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.08.008>
- Hong, Y., Teska, P. J., & Oliver, H. F. (2017). Effects of Contact Time and Concentration on Bactericidal Efficacy of 3 Disinfectants on Hard Nonporous Surfaces. *American Journal of Infection Control*, 45(11), 1284–1285. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2017.04.015>
- Lineback, C. B., Nkemngong, C. A., Wu, S. T., Li, X., Teska, P. J., & Oliver, H. F. (2018). Hydrogen Peroxide and Sodium Hypochlorite Disinfectants are More Effective Against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* Biofilms Than Quaternary Ammonium Compounds. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s13756-018-0447-5>
- Murrell, L. J., Hamilton, E. K., Johnson, H. B., & Spencer, M. (2019). Influence of a Visible-Light Continuous Environmental Disinfection System on Microbial Contamination and Surgical Site Infections in an Orthopedic Operating Room. *American Journal of Infection Control*, 47(7), 804–810. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.12.002>
- Padgett, P., & Wood, B. (2018). Conducting a Surgical Site Infection Prevention Tracer. *AORN Journal*, 107(5), 580–590. <https://doi.org/10.1002/aorn.12121>
- Sharafi, S. M., Ebrahimpour, K., & Nafez, A. (2020). Environmental Disinfection Against COVID-19 in Different Areas of Health Care Facilities: A Review. 36(2), 193–198. <https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0075>
- West, A. M., Teska, P. J., & Oliver, H. F. (2018). There is No Additional Bactericidal Efficacy of Environmental Protection Agency a Registered Disinfectant Towelettes after Surface Drying or Beyond Label Contact Time. *AJIC: American Journal of Infection Control*, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.07.005>
- West, A. M., Teska, P. J., Lineback, C. B., & Oliver, H. F. (2018). Strain, Disinfectant, Concentration, and Contact Time Quantitatively Impact Disinfectant Efficacy. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13756-018-0340-2>