

1) 清掃実施状況の監査およびモニタリング

- ・ 清掃業務手順書の作成、清掃実施状況の監査・モニタリングへの感染対策チーム（ICT）の関与
- ・ 客観的モニタリング手法の活用（環境培養法、ATP測定法、蛍光マーカー法、等）

薬剤耐性菌感染／保菌患者の周辺環境は、常に薬剤耐性菌で汚染され続けており⁵⁾、適切な日常的な清掃が、環境からの感染リスクを下げる。ベッド柵、床頭台、オーバーテーブル、ドアノブなどの病室内の高頻度接触環境表面（Frequent Hand Contact; FHC）の管理が、感染対策上特に重要となる⁶⁾。より徹底したFHCの清掃が感染伝播防止対策として推奨されている²⁾。アンケート2017では、清掃業務を外部委託している施設においても、FHCに関しては、看護補助員などの病院職員が清掃を担当している施設が多かった。これに対して、手洗い・洗面台、トイレ、部屋の床面などはほとんどの施設で委託業者が実施していた。清掃業務手順書は92%で作成されていたが、手順書の作成にICTが関与している施設は38%にとどまっており、手順書の作成とともに、外部委託業者の清掃実施状況の監査及びモニタリングへのICTの関与が必要である。

環境整備の客観的モニタリングの手法として、清潔度（Cleanliness）と清掃実施度（Cleaning）の評価が挙げられる⁷⁾。清潔度の指標として、環境培養法とATP測定法（ATPふき取り検査）が挙げられる。また、清掃実施度の指標として、蛍光マーカー法とATP測定法が挙げられる^{7,8)}。環境培養法の指標として、FHCにおいて好気性菌2.5～5 CFU/cm²未満、医療関連感染原因菌（MRSA、VRE、*C. difficile* など）では1 CFU/cm²未満が提唱されている。またATP測定法では、25～500 RLU/10～100 cm²が指標とされている⁸⁾。薬剤耐性菌感染／保菌患者の病室内環境は、常に薬剤耐性菌で汚染され続けるため、ルチンの環境培養を実施する意義は乏しい。アンケート2017では、ATP測定法などの環境モニタリング実施施設は27%と比較的少数であり、その対象として、FHCが最も多かった。これに対して、アウトブレイク発生時には、環境の汚染源調査を70%の施設が実施した

と報告していた。実施した場所として、グラム陰性薬剤耐性菌の汚染箇所として疑われる手洗い場、シンク、FHC、汚物処理室、トイレなどが対象となっていた。

ATP 測定法と蛍光マーカー法については、簡易的、日常的な清掃実施状況のモニタリングとして活用可能である。わが国においても環境モニタリングを目的とした ATP 測定法の活用法や有用性について報告されている⁹⁻¹¹⁾。ATP 測定法は簡易に環境汚染度を判定可能であるが、ATP 値と環境微生物量はある程度相関するとされるものの、微量の微生物の存在については判定が困難と考えられる。蛍光マーカー法は、蛍光塗料を手に塗り、手指衛生の適切さを評価する目的で用いられることが多いが、環境に塗料を塗り、清掃実施状況のモニタリングとして活用可能である。

2) 水回りの衛生管理、汚染除去について

- ・手洗いシンクと器具洗浄用シンクの分離
- ・汚染した水回りへの対策として、化学的除菌がまず行われるが、最も有効な対策は、汚染した器具の取り替えである

水回り、特にシンクはしばしばグラム陰性薬剤耐性菌のリザーバーとなり、アウトブレイクの原因として報告されている¹²⁻¹⁵⁾。アンケート 2017 でも、多剤耐性緑膿菌 (MDRP)、多剤耐性アシネトバクター (MDRA)、CRE のアウトブレイクにおいて、手洗いシンクが最も頻度の高い汚染環境であった。水回りは、グラム陰性桿菌の生息に適した環境であり、また一旦汚染するとその除菌は容易ではない。汚染防止対策として最も留意すべき点は、患者が用いる手洗いシンクと、汚染した医療器具を洗浄するシンクの明確な分離である²⁾。また、日常清掃時にも、耐性菌がシンクを汚染しないように、耐性菌で汚染されている可能性のある清掃用具でシンクの清掃をしないよう注意が必要である。

グラム陰性薬剤耐性菌で汚染した水回り環境の除菌は容易ではない。化学的除菌は *Acinetobacter* 属と *P. aeruginosa* の除菌に最も有用

である。使用される消毒剤として、アルデヒド、次亜塩素酸、熱水、蒸気化過酸化水素、紫外線照射などが用いられている¹⁵⁾。これに対して、腸内細菌科細菌では、化学的除菌の成功例は少ない。

最も有効な対策は、汚染したシンクなどの水回り器具の取り替えである。器具の取り替えは、コストも高額となり、一般的に推奨されないが、アウトブレイクの原因として疑われる汚染箇所の除菌が困難な場合に、最終手段として考慮することになる。

3) 薬剤耐性菌感染／保菌患者退院後の最終清掃（消毒）について

- ・ 薬剤耐性菌感染／保菌患者が退院したあとの病室の最終清掃の徹底
- ・ 通常最終清掃の徹底によっても環境汚染に基づく伝播が続く場合には、新たな病室消毒技術（蒸気化過酸化水素発生装置、紫外線照射装置）の活用を考慮する。

薬剤耐性菌に感染／保菌している患者が入院していた病室への入院は、その薬剤耐性菌獲得のリスクとなる¹⁶⁾。このため、伝播防止対策として薬剤耐性菌患者が退院したあとの最終清掃の徹底が重要となる^{2,3)}。一般的には次亜塩素酸系消毒剤による環境整備が推奨されるが、金属など次亜塩素酸が用いることができない環境も多く、最適な清掃法についてのコンセンサスは無い。

新たな病室消毒技術として、蒸気化過酸化水素と自動紫外線照射装置が注目されている^{17,18)}。蒸気化過酸化水素発生装置（Hydrogen Peroxide Vapor: HPV）は、過酸化水素を蒸気化して室内に放出し、環境中の微生物を殺菌する装置である。MRSA、*Serratia marcescens*、*E. coli*、多剤耐性 *E. cloacae*、*P. aeruginosa*、MDRA、*C. difficile* など多くの医療関連感染病原体の除菌に有効であると報告されている¹⁷⁾。*C. difficile* のアウトブレイク対策として有用であったとの報告が多いが、グラム陰性薬剤耐性菌のアウトブレイク制御にも有用であったとの報告がある¹⁹⁾。生体毒性のため、部屋を密閉して使用する必要がある。

自動紫外線照射装置（UV light device: UV）は、消毒薬抵抗性であ

る *C. difficile* の他、MRSA や VRE、*Acinetobacter* 属の殺菌に有効であると報告されている¹⁷⁾。UV による病室消毒を徹底することで、*C. difficile*、MRSA、VRE、グラム陰性薬剤耐性菌の感染率を有意に減少させたとの報告がある²⁰⁾。UV の有効性を検討する多施設ランダム化比較試験が実施され報告された (BETR Disinfection Study)²¹⁾。MRSA、VRE、MDRA、*C. difficile* を対象として、最終消毒を通常清掃、UV 使用、次亜塩素酸使用、UV と次亜塩素酸使用の 4 群で比較した。4 菌種すべてで比較した場合には有意差が示されなかったが、UV 使用にて VRE と *C. difficile* の感染リスクが有意に低下した。

両装置の比較を表 7 に示す。それぞれの特徴や長所・短所を考慮に入れて活用する必要がある。HPV と UV の微生物学的効果を比較した研究論文では、HPV がより有効であり、UV は直接照射されない領域では効果の減弱が認められたとの報告がある²²⁾。一方、UV は、短時間で消毒を行えることや、消毒直後に部屋の使用が可能であること、移動可能な装置を用いることにより、病院スタッフによる実施が可能など、汎用性が高い装置といえる。しかしながら、両者ともにグラム陰性薬剤耐性菌のリザーバーとなる水回りの汚染への効果については十分に検討されていない。

表 7. 蒸気化過酸化水素発生装置 (HPV) と紫外線照射装置 (UV) の比較

	蒸気化過酸化水素発生装置	紫外線照射装置
除菌に必要な時間	30-60分間	15-20分間 (機種、菌種による)
HVAC (熱、換気、空調) システム停止	必要	不要
有効範囲	閉鎖空間全体	直接あるいは間接的に照射される範囲
除菌後の部屋の使用	過酸化水素濃度が低下するまで強制排気 (エアレーション) が必要	直後に使用可能
操作実施者	専門業者、施設スタッフ	施設スタッフ

参考文献 1 : 2 .

薬剤耐性菌による病院環境の汚染と院内感染との関係について

- 1) Dancer SJ. Controlling hospital-acquired infection: focus on the role of the environment and new technologies for decontamination. Clin Microbiol Rev. 2014;27(4):665-90.
- 2) Chemaly RF, et al. The role of the healthcare environment in the spread of multidrug-resistant organisms: update on current best practices for containment. Ther Adv Infect Dis. 2014;2(3-4):79-90.
- 3) Nseir S, et al. Risk of acquiring multidrug-resistant Gram-negative bacilli from prior room occupants in the intensive care unit. Clin Microbiol Infect. 2011;17(8):1201-8.
- 4) Donskey CJ. Does improving surface cleaning and disinfection reduce health care-associated infections? Am J Infect Control. 2013;41(5 Suppl):S12-9.
- 5) Teerawattanapong N, et al. Prevention and Control of Multidrug-Resistant Gram-Negative Bacteria in Adult Intensive Care Units: A Systematic Review and Network Meta-analysis. Clin Infect Dis. 2017;64(suppl_2):S51-S60.

参考文献 2 : 3 .

環境汚染と関連したグラム陰性薬剤耐性菌のアウトブレイクの報告について

- 1) Neely AN, et al. Computer keyboards as reservoirs for *Acinetobacter baumannii* in a burn hospital. Clin Infect Dis. 1999;29(5):1358-60.
- 2) Denton M, et al. Role of environmental cleaning in controlling an outbreak of *Acinetobacter baumannii* on a neurosurgical intensive care unit. J Hosp Infect. 2004;56(2):106-10.
- 3) Barbolla RE, et al. Molecular epidemiology of *Acinetobacter baumannii* spread in an adult intensive care unit under an endemic setting. Am J Infect Control. 2008;36(6):444-52.
- 4) La Forgia C, et al. Management of a multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* outbreak in an intensive care unit using novel environmental disinfection: a 38-month report. Am J Infect Control. 2010;38(4):259-63.
- 5) Rodríguez-Baño J, et al. Long-term control of hospital-wide, endemic multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* through a comprehensive "bundle" approach. Am J Infect Control. 2009;37(9):715-22.
- 6) Strassle P, et al. The effect of terminal cleaning on environmental contamination rates of multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*. Am J Infect Control. 2012;40(10):1005-7.
- 7) Delgado Naranjo J, et al. Control of a Clonal Outbreak of Multidrug-Resistant *Acinetobacter baumannii* in a Hospital of the Basque Country after the Introduction of Environmental Cleaning Led by the Systematic Sampling from Environmental Objects. Interdiscip Perspect Infect Dis. 2013;2013:582831.
- 8) Shimose LA, et al. Carbapenem-Resistant *Acinetobacter baumannii*:

- Concomitant Contamination of Air and Environmental Surfaces. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2016 ;37(7):777-81.
- 9) Umezawa K, et al. Outbreak of drug-resistant *Acinetobacter baumannii* ST219 caused by oral care using tap water from contaminated hand hygiene sinks as a reservoir. *Am J Infect Control.* 2015;43(11):1249-51.
 - 10) Gillespie TA, et al. Eradication of a resistant *Pseudomonas aeruginosa* strain after a cluster of infections in a hematology/oncology unit. *Clin Microbiol Infect.* 2000;6(3):125-30.
 - 11) Panagea S, et al. Environmental contamination with an epidemic strain of *Pseudomonas aeruginosa* in a Liverpool cystic fibrosis centre, and study of its survival on dry surfaces. *J Hosp Infect.* 2005;59(2):102-7.
 - 12) Breathnach AS, et al. *Pseudomonas aeruginosa* outbreaks in two hospitals: association with contaminated hospital waste-water systems. *J Hosp Infect.* 2012;82(1):19-24.
 - 13) Hota S, et al. Outbreak of multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* colonization and infection secondary to imperfect intensive care unit room design. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2009;30(1):25-33.
 - 14) Bédard E, et al. Post-Outbreak Investigation of *Pseudomonas aeruginosa* Faucet Contamination by Quantitative Polymerase Chain Reaction and Environmental Factors Affecting Positivity. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2015;36(11):1337-43.
 - 15) Wendel AF, et al. Detection and termination of an extended low-frequency hospital outbreak of GIM-1-producing *Pseudomonas aeruginosa* ST111 in Germany. *Am J Infect Control.* 2015;43(6):635-9.
 - 16) 林 三千雄, 他. 温水洗浄便座汚染が伝播の一因と考えられた metallo- β -lactamase 産生緑膿菌集団感染事例の検討. *環境感染誌* 2015;30:317-24.
 - 17) Salm F, et al. Prolonged outbreak of clonal MDR *Pseudomonas aeruginosa* on an intensive care unit: contaminated sinks and contamination of ultra-filtrate bags as possible route of transmission? *Antimicrob Resist Infect Control.* 2016;5:53.
 - 18) Nagao M, et al. Control of an outbreak of carbapenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa* in a haemato-oncology unit. *J Hosp Infect.* 2011;79(1):49-53.
 - 19) Lucero CA, et al. Outbreak of *Burkholderia cepacia* complex among ventilated pediatric patients linked to hospital sinks. *Am J Infect Control.* 2011;39:775-8.
 - 20) Lowe C, et al. Outbreak of extended-spectrum β -lactamase-producing *Klebsiella oxytoca* infections associated with contaminated handwashing sinks. *Emerg Infect Dis.* 2012;18(8):1242-7.
 - 21) Judge C, et al. Search and you will find: detecting extended-spectrum β -lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae* from a patient's immediate environment. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2013;34(5):534-6.
 - 22) Roux D, et al. Contaminated sinks in intensive care units: an underestimated source of extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae

source of extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae in the patient environment. J Hosp Infect. 2013;85(2):106-11.

- 23) Starlander G, et al. Minor outbreak of extended-spectrum β -lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae* in an intensive care unit due to a contaminated sink. J Hosp Infect. 2012;82(2):122-4.
- 24) Chapuis A, et al. Outbreak of Extended-Spectrum Beta-Lactamase Producing *Enterobacter cloacae* with High MICs of Quaternary Ammonium Compounds in a Hematology Ward Associated with Contaminated Sinks. Front Microbiol. 2016;7:1070.
- 25) Lerner A, et al. Environmental contamination by carbapenem-resistant Enterobacteriaceae. J Clin Microbiol. 2013;51(1):177-81.
- 26) Kotsanas D, et al. "Down the drain": carbapenem-resistant bacteria in intensive care unit patients and handwashing sinks. Med J Aust. 2013;198(5):267-9.
- 27) Vergara-López S, et al. Wastewater drainage system as an occult reservoir in a protracted clonal outbreak due to metallo- β -lactamase-producing *Klebsiella oxytoca*. Clin Microbiol Infect. 2013;19(11):E490-8.
- 28) Tofteland S, et al. A long-term low-frequency hospital outbreak of KPC-producing *Klebsiella pneumoniae* involving Intergenous plasmid diffusion and a persisting environmental reservoir. PLoS One. 2013;8(3):e59015.
- 29) Leitner E, et al. Contaminated handwashing sinks as the source of a clonal outbreak of KPC-2-producing *Klebsiella oxytoca* on a hematology ward. Antimicrob Agents Chemother. 2015;59(1):714-6.
- 30) Clarivet B, et al. Persisting transmission of carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae* due to an environmental reservoir in a university hospital, France, 2012 to 2014. Euro Surveill. 2016;21(17).
- 31) 国立病院機構大阪医療センターにおけるメタロ β -ラクタマーゼ(MBL)産生腸内細菌科の集積に関する外部調査委員会. 国立病院機構大阪医療センターにおけるメタロ- β -ラクタマーゼ(MBL)産生腸内細菌科の集積に関する外部調査報告書 2016/2/10.
http://www.onh.go.jp/ict/img/pdf/MBL_201601.pdf
- 32) van Loon K, et al. A Systematic Review and Meta-analyses of the Clinical Epidemiology of Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae. Antimicrob Agents Chemother. 2017 Dec;62(1). pii: e01730-17.
- 33) Voor In 't Holt AF, et al. A systematic review and meta-analyses show that carbapenem use and medical devices are the leading risk factors for carbapenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa*. Antimicrob Agents Chemother. 2014;58(5):2626-37.
- 34) Hendrik TC, et al. Clinical and Molecular Epidemiology of Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing *Klebsiella* spp.: A Systematic Review and Meta-Analyses. PLoS One. 2015 Oct 20;10(10):e0140754.

参考文献 3 : 4 .

感染制御のガイドラインにおける環境整備と研究・報告のまとめ

- 1) Tacconelli E, et al. ESCMID guidelines for the management of the infection control measures to reduce transmission of multidrug-resistant Gram-negative bacteria in hospitalized patients. Clin Microbiol Infect. 2014;20 Suppl 1:1-55.
- 2) Wilson AP, et al. Prevention and control of multi-drug-resistant Gram-negative bacteria: recommendations from a Joint Working Party. J Hosp Infect. 2016;92 Suppl 1:S1-44.
- 3) Magiorakos AP, et al. Infection prevention and control measures and tools for the prevention of entry of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae into healthcare settings: guidance from the European Centre for Disease Prevention and Control. Antimicrob Resist Infect Control. 2017;6:113.
- 4) 飯沼由嗣. 厚生労働科学研究費補助金 平成 29 年度分担研究報告書 薬剤耐性グラム陰性桿菌に対する感染制御に関する研究～病院環境との関連について～ (厚生労働科学研究成果データベース <https://mhlw-grants.niph.go.jp/niph/search/NIST00.do> より検索ダウンロード可能)
- 5) Gavalda L, et al. Environmental contamination by multidrug-resistant microorganisms after daily cleaning. Am J Infect Control. 2015;43(7):776-8.
- 6) CDC: Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities. MMWR 2003 ; 52(RR-10). <http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/rr/rr5210.pdf>.
- 7) Carling P. Methods for assessing the adequacy of practice and improving room disinfection. Am J Infect Control. 2013;41(5 Suppl):S20-5.
- 8) Dancer SJ. Controlling hospital-acquired infection: focus on the role of the environment and new technologies for decontamination. Clin Microbiol Rev. 2014;27(4):665-90.
- 9) 大石貴幸, 他. アデノシン三リン酸測定器および試薬間における相関関係と医療分野における適切な活用. 環境感染誌 2013;28:285-89.
- 10) 柴田洋文, 他. ATP 拭き取り調査による院内環境表面のモニタリング (Investigation of the Cleanliness of Hospital Environmental Surfaces by Adenosine Triphosphate Bioluminescence Assay). 環境感染誌 2014;29:417-23.
- 11) 伊藤重彦, 他. 一般病棟における除菌剤を用いた環境表面清拭回数と付着細菌数の減少効果に関する検討. 環境感染誌 2016;31:165-72.
- 12) van Loon K, et al. A Systematic Review and Meta-analyses of the Clinical Epidemiology of Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae. Antimicrob Agents Chemother. 2017 Dec;62(1). pii: e01730-17.
- 13) Voor In 't Holt AF, et al. A systematic review and meta-analyses show that carbapenem use and medical devices are the leading risk factors for carbapenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa*. Antimicrob Agents Chemother. 2014;58(5):2626-37.
- 14) Hendrik TC, et al. Clinical and Molecular Epidemiology of

Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing *Klebsiella* spp.: A Systematic Review and Meta-Analyses. PLoS One. 2015 Oct 20;10(10):e0140754.

- 15) Kizny Gordon AE, et al. The Hospital Water Environment as a Reservoir for Carbapenem-Resistant Organisms Causing Hospital-Acquired Infections-A Systematic Review of the Literature. Clin Infect Dis. 2017;64(10):1435-1444.
- 16) Mitchell BG, et al. Risk of organism acquisition from prior room occupants: a systematic review and meta-analysis. J Hosp Infect. 2015;91(3):211-7.
- 17) Weber DJ, et al. Effectiveness of ultraviolet devices and hydrogen peroxide systems for terminal room decontamination: Focus on clinical trials. Am J Infect Control. 2016;44(5 Suppl):e77-84.
- 18) 大久保憲. 医療器材の洗浄・滅菌と環境整備の要点. 日臨微誌 2014;24:1-7.
- 19) Otter JA, et al. Hydrogen peroxide vapor decontamination of an intensive care unit to remove environmental reservoirs of multidrug-resistant gram-negative rods during an outbreak. Am J Infect Control. 2010;38(9):754-6.
- 20) Haas JP, et al. Implementation and impact of ultraviolet environmental disinfection in an acute care setting. Am J Infect Control. 2014;42(6):586-90.
- 22) Anderson DJ, et al. Effectiveness of targeted enhanced terminal room disinfection on hospital-wide acquisition and infection with multi-drug-resistant organisms and *Clostridium difficile*: a secondary analysis of a multicentre cluster randomised controlled trial with crossover design (BETR Disinfection). Lancet Infect Dis. 2018;18(8):845-853.
- 23) Havill NL, et al. Comparison of the microbiological efficacy of hydrogen peroxide vapor and ultraviolet light processes for room decontamination. Infect Control Hosp Epidemiol. 2012;33(5):507-12.

★謝辞

このガイドは厚生労働科学研究費研究班の研究代表者及び研究分担者
名古屋大学 臨床感染統御学 八木哲也
広島大学 感染症科 大毛宏喜
国立国際医療研究センター AMR臨床リファレンスセンター 具 芳明
東海大学 生体防御学 藤本修平
岐阜大学 生体支援センター 村上啓雄
京都薬科大学 臨床薬剤疫学分野 村木優一
研究協力者
名古屋大学 分子病原細菌学分野 荒川宜親
国立感染症研究所 細菌第二部 柴山恵吾
三重大学 感染制御部 田辺正樹
岐阜大学 生体支援センター 馬場尚志
と十分な協議の上作成した。
アンケート調査に協力頂いたご施設の皆様にも感謝の意を表します。