

LE NETTOYAGE HOSPITALIER, UN ÉLÉMENT CLEF DANS LA PRÉVENTION DES TRANSMISSIONS CROISÉES DE BACTÉRIES RÉSISTANTES AUX ANTIBIOTIQUES

DR SANDRA MALAUAUD, DIRECTRICE, DÉPARTEMENT CONTRÔLE INFECTIEUX, CHU DE TOULOUSE-RANGUEIL, FRANCE



Les micro-organismes pathogènes, dont ceux multi-résistants aux antibiotiques, peuvent persister, souvent sur de longues durées, dans un environnement hospitalier peu ou mal nettoyé. Le nettoyage nécessite toujours une détergence, et est souvent associé ou suivi d'une désinfection. La désinfection n'est optimale que si la détergence l'a également été. Les principales techniques de bio-nettoyage font appel aux produits, souvent complexes et souvent détergents-désinfectants, à l'eau de javel et à la vapeur d'eau. Le choix des procédés doit tenir compte de l'efficacité des produits et des techniques, de leur coût, de la faisabilité de la mise en œuvre et de leur innocuité, tant pour les personnels chargés du nettoyage que pour l'environnement. La formation du personnel est la pierre angulaire d'une réalisation efficace dans des conditions de sécurité satisfaisantes.

Le rôle de l'environnement dans la diffusion des maladies infectieuses, en particulier entériques est connu depuis fort longtemps dans les épidémies communautaires.

Dans les structures hospitalières, le rôle des surfaces et objets contaminés par des bactéries (1,2) telles que *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline (SARM) a été largement démontré (3,4), en particulier dans la survenue d'épidémies (5). La maîtrise de la transmission croisée de cette bactérie a bénéficié surtout de l'amélioration de l'hygiène des mains avec le développement de la friction hydro-alcoolique et dans une moindre mesure, de l'assainissement de l'environnement hospitalier, auquel une attention probablement insuffisante a été portée (6).

Mais l'amélioration de l'hygiène des mains n'a pas eu le même impact sur les bactéries d'origine intestinale, à la fois parce que certaines des bactéries concernées ne sont pas détruites par les alcools utilisés (ex : spores de *Clostridium difficile*), et parce que la contamination de l'environnement est beaucoup plus importante, du fait de l'énorme inoculum que représente le réservoir intestinal (10^9 à 10^{11} UFC/gramme de selles, dont 10^6 à 10^8 entérobactéries !) (7,8), la multiplicité des espèces bactériennes ainsi que leur aptitude à acquérir des résistances, nombreuses et reposant sur des mécanismes divers. Il en est ainsi des bactéries, entérobactéries en particulier, qui sécrètent des bêta-lactamases à spectre

étendu (EBLSE) (9) et/ou des carbapénèmases, ou encore d'*Enterococcus faecium* résistant aux glycopeptides (ERG), leur présence dans l'environnement n'est plus à démontrer (10). Faisant partie du microbiote intestinal, la dissémination de ces espèces est favorisée par un manque d'hygiène corporelle et d'hygiène des mains (véritables maladies des mains sales), mais aussi par des situations cliniques fréquentes chez nos patients, telles que diarrhées et incontinences fécales. Il en est de même pour les virus pathogènes à tropisme intestinal comme les Norovirus (11,12). Les bactéries anaérobies capables de sporuler (*Clostridium difficile*), de par la résistance des spores aux procédés habituels de nettoyage, sont un réel problème, source de nombreuses épidémies et de prescriptions de grandes quantités d'antibiotiques, glycopeptides en particulier (13,14). Le péril fécal est de retour !

D'autres bacilles à Gram négatif, pathogènes potentiels, de plus en plus résistants aux antibiotiques, peuvent également coloniser, tant les environnements secs (*Acinetobacter baumannii*), (15,16,17) qu'humides (*Pseudomonas aeruginosa*), (18,19).

Enfin, des virus à tropisme respiratoire, dont la transmission était tenue pour se faire par voie aérienne, comme les virus de la grippe, peuvent également persister jusqu'à deux semaines sur des surfaces, posant la question des surfaces comme possible source de contamination (20).

Les bactéries multi-résistantes (BMR) sont devenues un enjeu majeur de Santé Publique en ce qu'elles risquent, chez les patients chez qui elles se retrouveraient en situation d'infection, de conduire à une impasse thérapeutique, à tel point que l'OMS estime que ce fléau est de nature à remettre en question les acquis les plus spectaculaires de la médecine du demi-siècle passé.

De nombreuses publications objectivent leur présence dans l'environnement des patients porteurs, et leur persistance dans l'environnement, sous forme végétative ou sporulée, et ce sur des durées, certes variables en fonction du micro-organisme, mais allant de plusieurs jours à bien souvent, plusieurs mois (21,22). Le séjour dans une même chambre d'un patient porteur de SARM est un facteur d'acquisition de SARM (22). La majoration du risque d'acquisition d'une souche microbienne par un patient hébergé dans une chambre à la suite d'un patient porteur de cette souche a également été démontrée, comme étant doublée pour les bactéries à Gram négatif (BLSE, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*) et près d'un facteur 2 pour les bactéries à Gram positif (SARM, ERG)(23). Ainsi, l'admission dans une chambre occupée au préalable par un patient infecté apparaît comme un facteur de risque indépendant pour l'acquisition de l'agent infectieux par les occupants suivants (24). La qualité du nettoyage, y compris la désinfection, à la sortie des patients est un élément primordial dans la maîtrise du risque de transmission croisée et de la diffusion des BMR. Pour autant, une étude estime qu'aux Etats-Unis, entre deux séjours, seulement la moitié des surfaces des chambres sont suffisamment nettoyées (25); par ailleurs, Kundrapu et al. ont montré que moins de 10% des surfaces fréquemment touchées par les soignants dans les chambres de patients connus comme étant porteurs de *C. difficile* ou de SARM étaient correctement nettoyées (26). Des études récentes ont montré qu'un bio-nettoyage même renforcé (27) était insuffisant lorsque les patients étaient porteurs de bactéries sécrétant des carbapénémases (28, 29, 30).

Les problèmes posés par ces bactéries sont non seulement ceux de l'entretien des surfaces proches des patients, des matelas (31), mais aussi la gestion des excréta, avec notamment le nettoyage et la désinfection des sanitaires (WC, douches et lavabos (17). De plus, la contamination des surfaces est une source majeure de contamination des mains, gantées ou non, du personnel soignant (32). Dans l'espoir de contenir la diffusion des BMR, une attention croissante doit être portée à ces questions notamment celle de l'approfondissement du bio-nettoyage à la sortie des patients porteurs de bactéries résistantes (32,33).

On ne désinfecte bien que ce qui est propre : lorsqu'une surface présente une population microbienne, les actions de nettoyage et de désinfection ont pour objectif d'abaisser

par paliers successifs le nombre de bactéries initialement présentes à chaque palier ; par ailleurs, la plupart des agents désinfectants voient leur action réduite en présence de souillures, organiques et/ou minérales. Ainsi, le nettoyage constitue en soi une étape clé permettant d'optimiser la phase de désinfection. D'autres facteurs peuvent intervenir sur l'efficacité des désinfectants, comme la température et la dureté de l'eau utilisée pour les éventuelles dilutions des produits. Il est ainsi essentiel d'effectuer successivement les étapes suivantes :

- Nettoyage humide avec un produit détergent, afin d'enlever, par action chimique et mécanique les souillures, et de réduire le nombre de micro-organismes, y compris ceux adhérents aux surfaces, sous forme de biofilms. Plusieurs effets sont attendus d'un détergent : mouillant et tensio-actif, émulsifiant, saponifiant, dispersant, solubilisant et détartrant. Le rôle du biofilm sur les surfaces sèches et leur perte de sensibilité aux biocides est un sujet en plein essor (34,35). A ce jour, les essais normés, pertinents et adaptés, font défaut, conduisant à une difficulté manifeste dans le choix des produits, avec bien souvent le coût comme seul critère. Certains industriels cherchent à évaluer la performance des détergents par le pouvoir nettoyant dégraissant (PND).
- Détartrage : lorsqu'il s'agit de robinets ou d'appareils sanitaires, cette étape est importante, du fait de l'interaction négative de ces dépôts avec les biocides, et de leur rôle dans la formation de biofilms.
- Rinçage : indispensable, outre l'élimination des souillures et d'une partie des micro-organismes, il permet de prévenir les risques d'incompatibilité entre les produits.
- Désinfection : son rôle est un abaissement significatif des populations microbiennes encore présentes après l'étape de nettoyage.

De nombreux procédés, physiques et/ou chimiques biocides, ont été proposés. Les produits désinfectants sont ainsi généralement testés selon des protocoles normés, en laboratoire, le plus souvent sur des bactéries, virus, levures et champignons, spores, supposés représentatifs des micro-organismes pathogènes et dans des conditions jugées également représentatives (norme NF EN 14885, Octobre 2015, pour laquelle des évolutions importantes sont attendues d'ici 2019). L'activité biocide dans le domaine médical est testée sur suspensions microbiennes (normes de phase I), en présence de substances interférentes (normes de phase II-1) ou sur micro-organismes déposés sur une surface (normes de phase II-2). Le produit revendique une activité « -cide » lorsqu'il est en mesure d'assurer une réduction de la population dont le niveau est défini selon le micro-organisme et la norme

considérée (5 log pour les bactéries). La comparaison réelle de leurs efficacités respectives est cependant rendue difficile par l'absence de normalisation des essais en conditions réelles d'utilisation, sur le terrain.

Aujourd'hui, le choix d'un produit ou procédé ne peut donc s'appuyer que sur des essais de laboratoires, loin de refléter les conditions réelles d'utilisation. Outre son prix d'achat et le temps de personnel lié à l'utilisation, le choix devrait également prendre en compte la toxicité pour les utilisateurs, et le coût des mesures et équipements de protection individuels, ainsi que l'impact environnemental pour l'air, et le cas échéant, pour les effluents. La Directive Européenne concernant les biocides (Directive 98/8/CE du 16/02/98, relative à la mise sur le marché des produits biocides) prend en compte ces éléments, mais, à ce jour, encore peu de produits sont inscrits et évalués.

De nombreux produits « tous en un », détergents-désinfectants (DTG-DSF), voire détergents-détartrants-désinfectants (DTG-DTT-DSF) existent sur le marché, ils suscitent un engouement fort chez les gestionnaires hospitaliers par le gain de temps allégué ; cependant, ils ne permettent pas la réduction par paliers décrite ci-dessus, et le procédé d'application ne prévoit de rinçage à aucun moment. Il est permis de penser qu'en conditions réelles d'utilisation leur efficacité est moindre que celle observée en laboratoire. Leur composition est souvent complexe, et ils ne sont pas dénués de risque toxique pour les utilisateurs (36,37). Leur prix restant élevé, ils sont peu présents dans les pays à faible revenu, dans lesquels l'hypochlorite de sodium reste le principal désinfectant utilisé.

Le marché de l'hypochlorite de sodium étant essentiellement domestique et son usage étant ancien, la conformité de cette molécule aux essais décrits ci-dessus est rarement mise en avant ; il reste cependant le désinfectant le plus efficace (10,39,39,40,41,42), et le désinfectant de référence recommandé vis à vis des micro-organismes les plus épidémiogènes et /ou les moins sensibles aux procédés chimiques, tels que les spores bactériennes (*C. difficile*)(10,39) et filamenteuses (*Aspergillus spp*), les virus nus (Norovirus) (40) ou des fièvres hémorragiques, comme le virus Ebola, virus enveloppé, mais à fort taux de contamination, y compris fécale (41). La ré-habilitation de l'hypochlorite dans les pays à fort revenu est une mesure de bon sens, où sa réputation pâtit des conséquences épisodiques d'une mauvaise utilisation par les utilisateurs (relargage de chlore gazeux par mélange de l'hypochlorite avec d'autres produits, ou encore conditions de préparation et de conservation des solutions insuffisamment maîtrisées). Cependant, l'hypochlorite peut s'avérer insuffisamment efficace sur les biofilms de surfaces sèches, le problème semblant être la difficulté pour disperser du biofilm et non l'acquisition d'une résistance des bactéries au chlore

(35), pointant encore l'importance du nettoyage. Des solutions telles que les lingettes ont pu être proposées pour améliorer la satisfaction des personnels et des patients (43), mais doivent faire l'objet d'une démonstration du maintien de l'activité. La formation des personnels chargés du nettoyage, à la fois aux techniques et aux produits, est un impératif, gage d'efficacité et d'absence d'incidents.

La vapeur d'eau est une technique prometteuse. Gillespie et al. ont montré son intérêt dans plusieurs publications, en application avec des supports en microfibre (44,45). Déjà en plein essor pour son efficacité à l'étape de détergence, elle manquait jusqu'à présent d'essais normés pour démontrer également son action désinfectante ; un groupe de travail spécifique a été créé au sein de l'Agence Française de Normalisation (Afnor), et le projet de norme PR NF T72-110 est actuellement en 2018 à la phase d'enquête publique, établissant le spectre d'activité dans les conditions d'utilisation préconisées (applicateurs adaptés, vitesse définie). Les essais préliminaires réalisés ont permis de démontrer que la vapeur d'eau est bactéricide, levuricide, fongicide, mycobactéricide sur les souches obligatoires, ainsi que sur des souches multi-résistantes aux antibiotiques isolées en pratique clinique dans notre hôpital (*Pseudomonas aeruginosa pan-résistant*, *Acinetobacter baumannii MR*, *Klebsiella pneumoniae BLSE*, *Enterobacter cloacae* porteur de carbapénémase), des souches additionnelles d'intérêt (*Geotrichum candidum*, *Aspergillus flavus*) et des virus, y compris des virus nus (Norovirus murin, Adenovirus type 5 et Coronavirus) (Sanivap, Biotech-Germane, Fonderephar, Nov. 2015, données en cours de publications).

Ce procédé est d'une innocuité totale pour l'environnement et pour le personnel, le risque de brûlure étant maîtrisé dès lors que les personnels ont été formés à l'utilisation du générateur de vapeur ; le gain de temps par rapport aux techniques utilisées dans notre établissement a été démontré, il n'y a pas de stockage de produits à prévoir. Ses inconvénients sont l'absence d'activité sporicide, ainsi que la nécessité d'un raccordement électrique, qui peut être un facteur limitant dans certains pays et/ou dans certaines conditions.

Le procédé vapeur d'eau additionnée ponctuellement de peroxyde d'hydrogène est désormais également disponible, conduisant à une extension significative du spectre d'activité : son efficacité est démontrée pour les spores de *Bacillus cereus* et *Clostridium difficile*. Le couplage des procédés permet d'atteindre une efficacité sporicide pour de faibles doses de peroxyde d'hydrogène, en comparaison aux doses utilisées dans le cadre de la désinfection des surfaces par voie aérienne. Ainsi, des mesures répétées dans l'atmosphère des chambres au décours de l'utilisation ont retrouvé des taux très inférieurs à la valeur limite de référence, rassurants quant

Tableau 1: Principales caractéristiques des procédés d'utilisation répandus

Techniques et produits courants	Détergents-désinfectants	Eau de Javel	Vapeur
Composition	Variable, associations d'ammoniums quaternaires + biguanides, isopropanol, alkylamine, amino-acide, peroxyde d'hydrogène, éthanol...	Hypochlorite de sodium	Eau (du robinet) Possibilité d'adjonction de peroxyde d'hydrogène
Efficacité	<ul style="list-style-type: none"> ➔ Bon pouvoir désinfectant en laboratoire, des produits et solutions de produits (pas d'essais normés sur les lingettes à l'heure actuelle sur les souches obligatoires) ➔ désinfection modérée au détriment de la détergence, ➔ pas de réduction par palier, ➔ pas d'étape de rinçage 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ Désinfectant puissant, ➔ Référence vis-à-vis des spores bactériennes (<i>C. difficile</i>), champignons filamenteux (<i>Aspergillus</i>), virus nus (norovirus), virus des fièvre hémorragique (Ebola) ➔ sur les surfaces en inox et chrome, rincer à l'issue du temps de contact 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ Détergente, désincrustante ➔ Désinfectante, y compris sur bactéries multi-résistantes aux antibiotiques et virus nus ; extension du spectre aux spores bactériennes si adjonction de peroxyde d'hydrogène ➔ Toute surface, matériau, équipement
Gain de temps	2 ou 3 étapes en une seule	Protocole en 3 temps Détergence-rinçage-javellisation	Oui
Coût	Produits (Produits prêts à l'emploi généralement plus onéreux que ceux à diluer) Équipements de protection individuelle	Temps de personnel Équipements de protection individuelle	Investissement initial appareil
Facilité d'utilisation	Produits prêts à l'emploi ou à diluer, utilisation : <ul style="list-style-type: none"> ➔ par pulvérisations sur des carrés d'essuyage ➔ sous forme de lingettes prêtes à l'emploi Formation des utilisateurs sur les dilutions, l'utilisation et la protection du personnel	Formation des utilisateurs sur les dilutions, l'utilisation, la protection du personnel	<ul style="list-style-type: none"> ➔ nécessité d'une alimentation électrique et de câblage suffisant ➔ Formation des utilisateurs : adaptation de la vitesse de passage, possibilité de panne... ➔ Traçabilité et maintenance de l'appareil
Facilité de stockage	Risque de fuite À l'abri de la lumière et de la chaleur	Risque de fuite À l'abri de la lumière et de la chaleur	Absence de stockage de produits Stockage de l'appareil et accessoires
Toxicité pour les utilisateurs	<ul style="list-style-type: none"> ➔ Irritation, dessèchement voire brûlure de la peau et des muqueuses ➔ sensibilisation, allergie ➔ signes respiratoires (asthme) 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ Irritation voire brûlure de la peau et des muqueuses ➔ risque de relargage de chlore en cas de mélange avec d'autres produits 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ Innocuité totale pour la vapeur seule En cas d'adjonction de per-oxyde : <ul style="list-style-type: none"> ➔ Irritation peau et muqueuse oculaire à forte concentration
Toxicité environnementale	Toxicité très variable pour les organismes aquatiques en cas d'élimination dans les effluents	Toxicité pour les organismes aquatiques lorsqu'éliminé dans les effluents, selon le taux de dilution	Innocuité totale de la vapeur En cas d'adjonction de per-oxyde, la technique ne produit pas d'effluents

au risque toxique pour le personnel, dûment équipé d'un masque chirurgical et de lunettes de protection. Cependant, l'adjonction de peroxyde d'hydrogène nous semble devoir intervenir en complément de la vapeur d'eau dans certaines indications particulières, par exemple à la sortie du patient ayant eu un épisode de diarrhée à *C. difficile*.

Le tableau 1 résume les caractéristiques de ces trois procédés. D'autres procédés sont disponibles, hors ou en présence humaine: la désinfection des surfaces par voie aérienne, par le peroxyde d'hydrogène (35,36,37,38), les rayons ultra-violet (32,41), l'incorporation de biocides, dont certains métaux (cuivre, argent, dioxyde de titane ayant des

propriétés anti-microbiennes) dans les matériaux utilisés (poignées de portes, peintures et revêtements muraux...) (42), l'eau électrolysée (43). Leurs indications, la faisabilité et les conditions de leur mise en œuvre, leur efficacité, à court et long terme, et les risques potentiels nécessitent d'être, toutefois, mieux précisés.

Le dernier – mais non le moindre – élément à prendre en compte est la qualification des personnels chargés du nettoyage. Cette activité, à tort mal considérée, est bien souvent dévolue à des personnels, internes ou sous-traitants, peu ou non qualifiés, mal rémunérés, peu motivés, qui n'ont pas les clés pour comprendre l'importance de leur travail et

dont la pérennité dans l'établissement n'est bien souvent pas compatible avec l'organisation de leur formation. Pourtant, aussi performant que soit le procédé de bio-nettoyage retenu dans un établissement de santé, il ne sera rien sans un personnel formé et motivé.

La stabilisation des équipes de nettoyage, leur qualification professionnelle, leur formation, tant initiale que continue, sont déterminants dans l'efficacité des techniques de bio-nettoyage (10,31). Il est nécessaire de définir un corpus de savoirs de base permettant à ces personnels de comprendre le risque d'acquisition de micro-organismes potentiellement pathogènes, pour eux-mêmes et pour les patients, l'efficacité du nettoyage et de la désinfection des surfaces et de l'environnement dans la réduction de ce risque d'une part, et les éventuels effets indésirables sur la santé des multiples produits selon les très nombreux principes actifs, formulations plus ou moins complexes, présentations telles qu'aérosols, liquides, poudres concentrées, méthodes de préparation et d'application, ventilation et taille des locaux, d'autre part (44) et les moyens de s'en prémunir. Le travail commun entre hygiénistes et médecins du travail doit permettre de définir non seulement le contenu, mais aussi les modalités de formation les plus adaptées, apports cognitifs et mise en œuvre pratique, soit par mise en situation réelle, soit par simulation : choix pertinent des produits, dilutions éventuelles, méthodes d'application (essuyage, spray...), utilisation de matériels spécifiques (générateurs de vapeur, par exemple), mesures de protection des utilisateurs, techniques de nettoyage proprement dites, dans le respect du principe de la marche en avant (du plus propre vers le plus sale), gestion des stocks de produits de nettoyage et désinfection, entretien et stockage du matériel de nettoyage, élimination des déchets. L'élaboration de protocoles et fiches techniques simples, imagés, viendront renforcer les savoirs acquis, dans leur mise en œuvre pratique, au quotidien. Enfin, une évaluation régulière des pratiques et des résultats visuels, avec une restitution aux intéressés, doit être un point fort dans une démarche qualité institutionnelle. L'évaluation

grâce à des marqueurs visuels (gels fluorescents sous UV) sont des outils de formation utiles, qui permettent d'améliorer très nettement la proportion de surfaces correctement nettoyées. Lorsque y est associée l'utilisation de check lists d'objets à nettoyer, cela est encore amélioré (24).

Conclusion

L'environnement hospitalier comme réservoir et source de transmission croisée de micro-organismes est un phénomène qui ne peut plus être ignoré. L'entretien, en routine, de l'environnement hospitalier doit devenir une composante majeure, coût-efficace, dans la maîtrise des infections associées aux soins et la diffusion de l'antibiorésistance. Il convient de privilégier les techniques sûres (efficacité, innocuité) et les moins onéreuses. La professionnalisation des personnels de nettoyage passe par un engagement des employeurs dans la formation de ces personnels. La recherche doit s'intensifier dans le domaine du nettoyage et de la désinfection de l'environnement des patients, et les actions de formation spécifiques doivent devenir une priorité dans les établissements. Enfin, par l'intermédiaire de recommandations claires et de programmes nationaux de prévention, adaptés aux contraintes locales, les pouvoirs publics doivent encourager et soutenir fermement l'amélioration des pratiques de nettoyage et désinfection dans les établissements de santé. ■

Professeuse Sandra Malavaud, de nationalité franco-portugaise, est médecin spécialiste de Santé Publique et en Hygiène Hospitalière. Titulaire d'une thèse de Sciences (PhD) en microbiologie, elle est responsable des Unités d'Hygiène Hospitalière du CHU de Toulouse-Rangueil, en France et de l'Institut Universitaire du Cancer Toulouse-Oncopôle. Elle réalise régulièrement des missions de conseil et de formation à l'étranger, plus particulièrement en Afrique francophone, lusophone ou anglophone, elle aussi est très engagée dans des programmes de formation continue de qualité, rendus accessibles partout et à tous par e-learning.

Références bibliographiques

1. Russotto V, Cortegiani A, Raineri SM, Giarratano A. Bacterial contamination of inanimate surfaces and equipment in the intensive care unit. *Journal of Intensive Care*. 2015;3:54
2. Otter JA, Yezli S, Salked JA, 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(5suppl):S6-11
3. Boyce JM. Environmental contamination makes an important contribution to hospital infection. *J. Hospit Infect*. 2007;65,S2:50-4
4. Sexton T, Clarke P, O'Neil E, Dillane T, Humphreys H. Environmental reservoirs of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in isolation rooms: correlation with patient isolates and implication for hospital hygiene. *J. Hospit Infect*. 2006;62:187-94
5. Otter JA, Klein JL, Watts TL, Kearns AM, French GL. Identification and control of an outbreak of ciprofloxacin-susceptible EMRSA-15 on a neonatal unit. *J. Hospit Infect*. 2007;67:232-239
6. Dancer SJ. Importance of the environment methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* acquisition: the case for hospital cleaning. *J. Intensive Care*. 2015;3:54doi:10.1186/s40560-015-0120-5
7. Collignon A, Butel M-J. Etablissement et composition de la flore microbienne intestinale, in Flore microbienne intestinale Physiopathologie et pathologies digestives, 2004, John Libbey Euritext, coordonné par Rambaud JC, Buts JP, Corthier G, Flourié B. pg.247
8. Donskey CJ. The role of the intestinal tract as a reservoir and source for transmission of nosocomial pathogens. *Clin Infect Dis*. 2004;39:219-26
9. Guet-Revillet H, Le Monnier A, Breton N, Descamps Ph, Lecuyer H, Alaabouche I, Constance Bureau BS, Nassif X, Zahar JR. Environmental contamination with extended-spectrum B-lactamases : is there any difference between *Escherichia coli* and *Klebsiella spp?* *Am J Infect Control*. 2012;40:845-8
10. Eckstein BC, Adams DA, Eckstein EC, Rao A, Sethi AK, Yadavali GK, Donskey CJ. Reduction of *Clostridium difficile* and vancomycin-resistant *Enterococcus* contamination of environmental surfaces after an intervention to improve cleaning methods. *BMC Infectious Diseases*. 2007;7:61
11. Barker J, Vipond IB, Bloomfield SF. Effects of cleaning and disinfection in reducing the spread of Norovirus contamination via surfaces. *J. Hospit Infect*. 2004;58:42-49
12. Weber DJ, Rutala WA, Miller MB, Huslage K, Sickert-Bennett E. Role of hospital surfaces in the transmission of emerging health care-associated pathogens: norovirus, *Clostridium difficile* and *Acinetobacter* species. *J. Hospit Infect*. 2009;73:4:378-85
13. Barbut F. How to eradicate *Clostridium difficile* from the environment. *J Hospit Infect*. 2015; 89:287-295
14. Khanafer N, Voirin N, Barbut F, Kuipjer E, Vanhems P. Hospital management of *Clostridium difficile* infection: a review of the literature. *J. Hospit Infect*. 2015;90:91-101
15. Zenati K, Touati A, Bakour S, Sahli F, Rolain JM. Characterization of NDM-1- and OXA-23-producing *Acinetobacter baumannii* isolates from inanimate surfaces in a hospital environment in Algeria. *J. Hospit Infect*. 2016;92:19-26
16. Munoz-Price LS, Weinstein RA. *Acinetobacter* infection. *N Engl J Med*. 2008;358:1271-81
17. Manian FA, Griesnauer S, Senkel D. Impact of terminal cleaning and disinfection on isolation of *Acinetobacter baumannii* complex from inanimate surfaces of hospital rooms by quantitative and qualitative methods. *Am J Infect Control*. 2013;41:384-5
18. Ambrogi V, Cavalie L, Mantion B, Ghiglia M-J, Cointault O, Dubois D, Prere MF, Levitzki, Kamar N, Malavaud S. Transmission of metallo-B-Lactamase-producing *Pseudomonas aeruginosa* in a nephrology-transplant unit with potential link to the environment. *J. Hospit Infect*. 2016;92:27-29
19. Wendel AF, Kolbe-Busch S, Ressina S, Schulze-Röbekke R, Kindgen-Milles D, Lorenz C, Pfeffer K, MacKenzie CR. Detection and termination of an extended low-frequency hospital outbreak of GIM-1-producing *Pseudomonas aeruginosa* ST111 in Germany. *Am J Infect Control*. 2015;43:635-9
20. Kramer A, Schwebkel, Kampf G. How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infectious Diseases* 2006;6:130
21. Zarpellon MN, Gales AC, Sasaki AL, Selhorst GJ, Menegucci TC, Cardoso CL, Garcia LB, Tognim MCB. Survival of vancomycin-intermediate *Staphylococcus aureus* on hospital surfaces. *J. Hospit Infect*. 2015;90:347-50
22. Moore C, Dhaliwal J, Tong A, Eden S, Wigston C, Willey B, McGeer A. Risk factors for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) acquisition in roommate contacts of patients colonized or infected with MRAS in an acute-care hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2008;29:7:600-6
23. Mitchell BG, Dancer SJ, Anderson M, Dehn E. Risk of organism acquisition from prior room occupants: a systematic review and meta-analysis. *J. Hospit Infect*. 2015;91:211-217
24. Hopman J, Hakizimana B, Meintjes WAJ, Nillessen M, de Both E, Voss A, Mehtar S. Manual cleaning of hospital mattresses: an observational study comparing high- and low-resource settings. *J. Hospit Infect*. 2016;92:14-18
25. Dancer SJ. The role of environmental cleaning in the control of hospital-acquired infection. *Lancet Infect Dis*. 2008; 8,2:101-13
26. Otter JA, Vickery K, Walker JT, deLancey Pulcini E, Stoodley P, Goldenberg SD, Salked JAG, Chewins J, Yezli S, Edgeworth JD. Surface-attached cells, biofilms and biocide susceptibility: implications for hospital cleaning and disinfection. *J. Hospit Infect*. 2015;89:16-27
27. Gonzalez M, Jégu J, Kopferschmitt MC, Donnay C, Hedelin G, Matzinger F, Velten M, Guilloux L, Cantineau A, de Blay F. Asthma among workers in healthcare settings: role of disinfection quaternary ammonium compounds. *Clinical & Experimental Allergy*. 44:393-406
28. Vizcaya D, Mirabelli MC, Gimeno D, Anto JM, Delclos G, Rivera M, Orriols R, Arjona L, Burgos F, Zock JP. Cleaning products and short-term respiratory effects among female cleaners with asthma. *Occup Environ Med*. 2015;0:1-7
29. Grabsch EA, Mahony AA, Cameron DR, Martin RD, Helan M, Davey P, Petty M, Xie S, Grayson ML. Significant reduction in vancomycin-resistant enterococcus colonization and bacteraemia after introduction of a bleach-based cleaning-disinfection programme. *J. Hosp Infect*. 2012;82:4:234-42
30. Hacek DM, Ogle AM, Fischer A, Robicsek A, Peterson LR. Significant impact of terminal room cleaning with bleach on reducing nosocomial *Clostridium difficile*. *Am J Infect Control*. 2010;38;5:350-3
31. Chiu S, Skura B, Petric M, McIntire L, Gamage B, Isaac-arenton J. Efficacy of common disinfectant/cleaning agents in inactivating murine norovirus and feline calicivirus as surrogate viruses for human norovirus. *Am J Infect Control*. 2015;43:1208-12
32. Judson S, Prescott J, Munster V. Understanding Ebola virus transmission. *Viruses*. 2015;7:511-521;doi:10.3390/v7020511
33. Rutala WA, Weber DJ. Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities. *Clin Microbiol Reviews*. 1997;10;4:597-610
34. Arhontal KC, McManus J, Orenstein R, Faller R, Link M. Patient and environmental service employee satisfaction of using germicidal bleach wipes for patient room cleaning. *Journal for Healthcare Quality*. 2012;35;6:30-36
35. French GL, Otter JA, Shannon KP, Adams NMT, 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 Hospit Infect*. 2004;57:31-37
36. Bates CJ, Pearce R. Use of hydrogen peroxide vapour for environmental control during a *Serratia* outbreak in a neonatal intensive care unit. *J Hospit Infect*. 2005;doi:10.1016/j.jhin.2005.05.003
37. Otter JA, Cummins M, Ahmad F, van Tonder C, Drabu YJ. Assessing the biological efficacy and rate of recontamination following hydrogen peroxide vapour decontamination. *J. Hospit Infect*. 2007;67:182-188
38. Petersson LP, Albrecht UV, Sedlacek L, Gemein S, Gebel J, Vonberg RP. Portable UV light as an alternative for decontamination. *Am J Infect Control*. 2014;42:1334-6
39. Jinadatha C, Villamaria FC, Ganachari-Mallappa N, Brown D, Liao IC, Stock E, Copeland LA, Zeber JE. Can pulsed xenon ultraviolet light systems disinfect aerobic bacteria in the absence of manual disinfection? *Am J Infect Control*. 2015;43:415-7
40. Jinadatha C, Villamaria FC, Restrepo MI, Ganachari-Mallappa N, Liao IC, Stock E, Copeland LA, Zeber JE. Is the pulsed xenon ultraviolet light no-touch disinfection system effective on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in the absence of manual cleaning? *Am J Infect Control*. 2015;43
41. Muller MP, MacDougall C, Lim M, and the Ontario Agency for health protection and promotion (Public Health Ontario) Provincial Infectious Diseases Advisory Committee on Infection Prevention and control (PIDAC-IPC). Antimicrobial surfaces to prevent health-care associated infections: a systematic review. *J. Hospit Infect*. 2016;92:7-13
42. Dancer SJ. Controlling hospital-acquired infection: focus on the role of the environment and new technologies for decontamination. *Clin Microbiol Rev*. 2014;27:665-690
43. Quinn MM, Henneberger PK, and the members of the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), National Occupational Research Agenda (NORA). Cleaning and Disinfecting in Healthcare Working Group Cleaning and disinfecting environmental surfaces in health care: toward an integrated framework for infection and occupational illness prevention. *Am J Infect Control*. 2015;43:424-34