

## **Evaluación de la capacidad de desinfección y esterilización del equipo móvil de luz ultravioleta Corvent Sanidis®**

Cristina Marcos-Arias, Estibaliz Mateo, Elena Eraso y Guillermo Quindós

Departamento de Inmunología, Microbiología y Parasitología, Unidad de formación e investigación multidisciplinar 'Microbios y Salud' (UFI 11/25), Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Bilbao

### **Resumen**

Las enfermedades infecciosas asociadas a los cuidados de salud, también denominadas infecciones nosocomiales, suponen un problema médico importante. El origen de la infección es múltiple y, aunque la principal fuente la constituye la propia microbiota de los pacientes, el personal sanitario o los visitantes, muchos patógenos sobreviven en superficies y objetos que se convierten así en un reservorio microbiano y foco potencial de contagio. *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus* spp., *Pseudomonas aeruginosa* o las enterobacterias (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* y otras), son microorganismos patógenos hospitalarios capaces de sobrevivir en diferentes objetos y superficies presentes en las habitaciones de los pacientes o utilizados durante la práctica clínica. Algunos de estos microorganismos son multirresistentes a los antibióticos y otros fármacos antimicrobianos y son capaces de causar enfermedades graves. La limpieza y desinfección de estos objetos es imprescindible para evitar la transmisión del patógeno. Existen diferentes técnicas que se utilizan para la desinfección y esterilización de superficies y objetos en habitaciones y otras dependencias hospitalarias mediante métodos físicos y químicos, entre ellos, la luz ultravioleta.

En este estudio se ha evaluado la capacidad de desinfección y esterilización del equipo móvil de luz ultravioleta Corvent Sanidis® mediante el análisis de la carga microbiana en la superficie de mandos de televisión. Se ha observado que el tratamiento con el equipo, que utiliza luz ultravioleta en una cámara cerrada y segura, es capaz de disminuir o erradicar la contaminación de los mandos de televisión por microorganismos patógenos. En conclusión, el equipo Corvent Sanidis® es efectivo para la eliminación microbiana de superficies sin causar alteraciones estéticas ni funcionales en las mismas.

### **Introducción**

Los microorganismos o microbios son ubicuos, están presentes en todas partes, tanto en los ambientes naturales como en los ambientes artificiales humanizados, y su contribución al mantenimiento ecológico de nuestro planeta es vital. Sin embargo, algunos de estos microbios pueden ser causa de enfermedades humanas graves. Un problema médico importante son las enfermedades infecciosas asociadas a los cuidados de salud, también denominadas infecciones nosocomiales o infecciones hospitalarias (1). Muchos de los microbios patógenos hospitalarios, como *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus* spp., *Pseudomonas aeruginosa* o las enterobacterias (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* y otras), son capaces de sobrevivir en diferentes objetos y superficies presentes en las habitaciones de los pacientes

y otras dependencias hospitalarias y pueden presentar multirresistencias a diferentes antimicrobianos (2,3).

El origen de estos microorganismos causantes de infecciones hospitalarias es múltiple y aunque la propia microbiota de los pacientes, del personal sanitario o de los visitantes es la principal fuente de infección, muchos de estos microorganismos sobreviven en superficies y objetos que se convierten en un reservorio microbiano y foco potencial de contagio. Diferentes objetos y mobiliario pueden estar contaminados con microorganismos y entre estos destacan los mandos a distancia de los televisores, que son manipulados con frecuencia por diferentes personas, y pueden contener una carga elevada de contaminación microbiana. Cuando una superficie hospitalaria se contamina con un microorganismo, generalmente éste tiene capacidad para sobrevivir en ella (4,5,6). Sin embargo, esta supervivencia es variable y depende tanto de la especie microbiana responsable de la contaminación como de las características de la superficie y los procedimientos de limpieza e higienización del centro asistencial. Prácticamente cualquier superficie o medio hospitalario es susceptible de estar colonizado por microorganismos potencialmente patógenos. Este hecho favorece que los microbios se puedan transmitir de manera cruzada, a través de las manos del personal sanitario, de los pacientes o de sus visitantes, a otras superficies tanto animadas como inanimadas (5,7,8).

La limpieza y desinfección de estos objetos y superficies es importante para evitar el contagio potencial. Existen diferentes productos que mediante métodos físicos y químicos se utilizan para la desinfección y esterilización de superficies y objetos en habitaciones y otras dependencias hospitalarias (9,10,11). La luz ultravioleta (LUV) es un mecanismo efectivo de eliminación microbiana (12,13). Los aparatos, como Corvent Sanidis<sup>®</sup>, que utilizan LUV en una cámara cerrada y segura, pueden suponer un gran avance en la desinfección y esterilización de objetos de uso intensivo, como los mandos a distancia de las televisiones o los teléfonos móviles, de probarse la eficacia de un tratamiento de superficie con LUV que no causa alteraciones estéticas ni funcionales en los mismos. Este tratamiento ayudaría a la reducción de la incidencia de las infecciones asociadas a los cuidados de salud.

El objetivo de este estudio ha sido evaluar la eficacia del aparato Corvent Sanidis<sup>®</sup> para la desinfección y esterilización de mandos a distancia de televisores utilizados en hospitales.

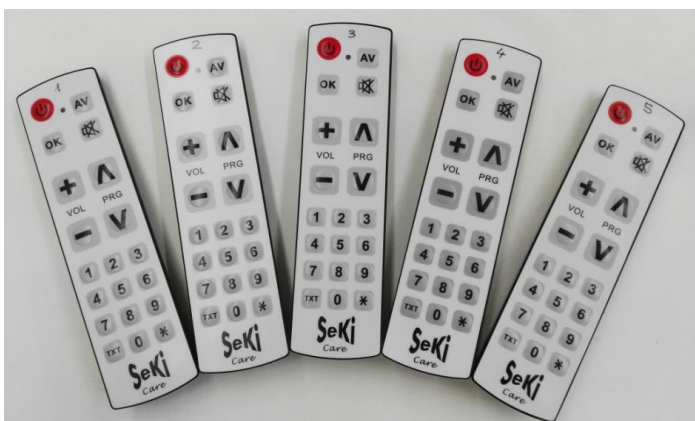
### **Materiales y métodos**

1. *Primera fase: Puesta a punto de la metodología.* Se utilizaron cuatro muestras de mandos a distancia de televisión iguales que fueron contaminados tras su manipulación por diferentes personas. Dos de estos mandos se analizaron antes y después del tratamiento de higienización con luz ultravioleta con el equipo de Corvent Sanidis<sup>®</sup> (Figura 1) y los otros dos fueron analizados únicamente después del tratamiento.



**Figura 1.** Equipo utilizado en el estudio

1.1. *Siembra en medios de cultivo adecuados para analizar la carga microbiana total antes del tratamiento de higienización de los mandos.* Se analizaron dos de los mandos (muestras 2 y 4). Se evaluó la carga microbiana de las dos caras de los mandos (Figura 2). En primer lugar, se tomó la muestra de la parte anterior del mando (que alberga el teclado) pasando repetidas veces por su superficie una torunda (hisopo) estéril humedecida en el medio microbiológico infusión cerebro corazón (BHI –brain heart infusion-) durante 1 min. La torunda se depositó en un tubo que contenía 1 ml de BHI y se homogeneizó la suspensión por agitación mecánica durante 10 s. Se sembraron volúmenes de 10  $\mu$ l y 100  $\mu$ l de la suspensión en placas de agar sangre utilizando un asa de extensión para dispersar la muestra por toda la placa. Se procedió del mismo modo para la toma de la muestra y el análisis de la superficie posterior de los mandos. Todos los procedimientos se realizaron en una cabina de seguridad biológica para evitar la contaminación durante la manipulación posterior. Las placas se incubaron a 37 °C durante 24-48 h. Tras este periodo de incubación se cuantificaron el número de unidades formadoras de colonias microbianas (UFC).



**Figura 2.** Mandos a distancia de televisión utilizados en el estudio

1.2. *Siembra en medios de cultivo adecuados para analizar la carga microbiana total después del tratamiento de higienización de los mandos con el equipo Corvent Sanidis®.* Se introdujeron cada uno de los mandos de televisión en una bolsa Corvent Sanitbag® y los cuatro mandos se

sometieron a un tratamiento con luz ultravioleta con el equipo de higienización Corvent Sanidis®; tanto los mandos a los que se había tomado una muestra para analizar la carga microbiana (muestras 2 y 4), como a los otros dos (muestras 1 y 3). Tras el tratamiento de higienización de las muestras se procedió al estudio de la carga microbiana total como se ha descrito en el apartado 1.1.

## 2. Segunda fase: Inoculación con diferentes microorganismos.

2.1. *Selección de los microorganismos.* Se han utilizado cepas de referencia de ocho especies microbianas consideradas de gran importancia infecciosa tanto en atención primaria (infecciones comunitarias) como en el hospital (causantes de infecciones nosocomiales). Estas cepas procedían de la Colección Española de Cultivos Tipo (CECT) y de la *American Type Culture Collection* (ATCC). Se han incluido cinco especies bacterianas importantes por su acción patógena o por su resistencia a los fármacos antimicrobianos: *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606, *Escherichia coli* CECT 434, *Pseudomonas aeruginosa* CECT 108, *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina ATCC 45775 y *Staphylococcus epidermidis* CECT 4139, y tres especies fúngicas de gran relevancia médica, *Candida albicans* SC5314, *Candida glabrata* ATCC 90030 y *Candida parapsilosis* ATCC 22019.

2.2. *Evaluación del tratamiento de higienización de los mandos con el equipo Corvent Sanidis® antes de la inoculación.* Para evaluar la eficacia del tratamiento con luz ultravioleta con el equipo de higienización Corvent Sanidis®, antes de la inoculación con los diferentes microorganismos, se limpiaron los mandos con una solución de hipoclorito sódico al 10%, se introdujeron en una bolsa Corvent Sanitbag® y se procedió al tratamiento de higienización. Se tomaron muestras de la parte anterior cada uno de los mandos y analizó la carga microbiana procediendo como se indica en el apartado 1.1 y se sembraron 100 µl de la suspensión en las placas.

2.3. *Contaminación de los mandos con diferentes microorganismos.* Se sembró cada una de las cepas seleccionadas en el medio adecuado (Mueller Hinton para las bacterias y agar glucosado de Sabouraud para *Candida*) y se incubaron durante 24 h a 37 °C. Se preparó con cada uno de los microorganismos un inóculo con una turbidez equivalente a 0,5 McFarland. En experimentos separados se extendió cada uno de los inóculos en los cinco mandos mediante una torunda embebida en la suspensión recién preparada. La extensión se realizó durante 1 min solamente por la parte anterior del mando. Se mantuvieron los mandos 10 min en condiciones asépticas hasta su posterior procesado.

2.4. *Siembra en medios de cultivo adecuados para analizar la carga microbiana total antes del tratamiento de higienización de los mandos.* Se procesaron dos de los mandos inoculados (mandos 4 y 5) para evaluar la carga microbiana antes del tratamiento. Para ello se procedió tal y como se indica en el apartado 1.1. pero estudiando únicamente la parte anterior del mando. La siembra se realizó en medio Mueller Hinton para evaluar el crecimiento tras la inoculación de cada especie bacteriana y en agar glucosado de Sabouraud tras la inoculación de cada especie fúngica. Las placas se incubaron a 37 °C durante 24-48 h. Tras este periodo de incubación se contaron el número de UFC.

2.5. *Siembra en medios de cultivo adecuados para analizar la carga microbiana total después del tratamiento de higienización de los mandos con el equipo Corvent Sanidis®.* Los cinco mandos fueron tratados con luz ultravioleta con el equipo de higienización Corvent Sanidis®, tanto los que se había tomado muestra para analizar la carga microbiana (muestras 4 y 5) como los otros tres (muestras 1-3), para ello se introdujeron cada uno de los mandos en una bolsa. Tras el tratamiento de higienización de las muestras se procedió al estudio de la carga microbiana total de la misma manera que se ha descrito en el apartado 2.4.

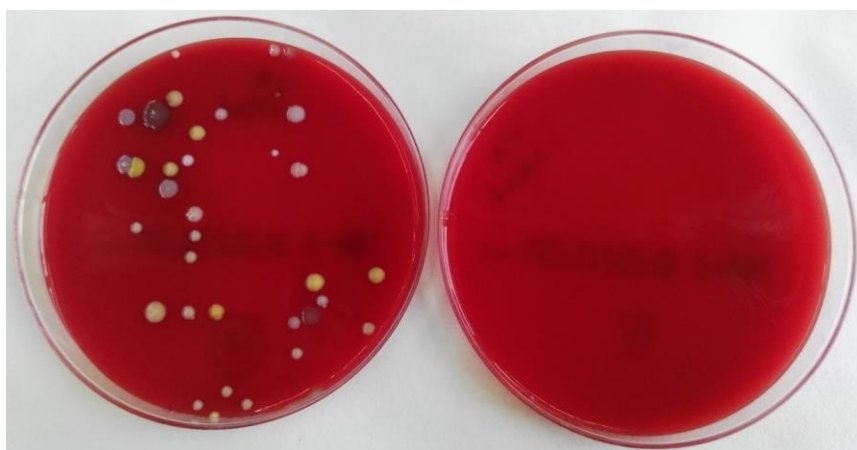
## Resultados

1. *Primera fase: Puesta a punto de la metodología.* Como se muestra en la Tabla 1 y se observa en la Figura 3, el tratamiento de higienización fue muy eficaz. Antes del tratamiento de higienización se aisló una media de 38 UFC con una desviación típica de 10,98 UFC. Después del tratamiento de higienización el descenso del crecimiento era muy marcado con una media de 1,25 UFC y una desviación típica de 1,26 UFC. La reducción de la contaminación (carga) microbiana fue del 96,7%.

**Tabla 1.** Crecimiento (unidades formadoras de colonias) en cada una de las muestras

	Antes del tratamiento de higienización		Después del tratamiento de higienización	
	10 µl	100 µl	10 µl	100 µl
Muestra 2 cara anterior	3	42	0	1
Muestra 2 cara posterior	4	23	0	0
Muestra 4 cara anterior	2	38	0	0
Muestra 4 cara posterior	5	49	0	2
Muestra 1 cara anterior	NR	NR	0	1
Muestra 1 cara posterior	NR	NR	0	0
Muestra 3 cara anterior	NR	NR	0	3
Muestra 3 cara posterior	NR	NR	0	1

NR: No realizado (ver texto)



**Figura 3.** Crecimiento en las muestras del mando 2. Izquierda: antes del tratamiento. Derecha: después del tratamiento de higienización con luz ultravioleta con el equipo Corvent Sanidis®

2. Segunda fase: Inoculación con diferentes microorganismos. El tratamiento de higienización antes de la inoculación fue extremadamente eficaz, no observándose contaminación microbiana en ninguno de los mandos estudiados.

El tratamiento de higienización fue muy eficaz en los mandos contaminados con *Acinetobacter baumannii* (Tabla 2). Antes del tratamiento de higienización se aisló, de la contaminación más intensa (100 µl), una media de 303,5 UFC con una desviación típica de 178,90 UFC. Después del tratamiento de higienización el descenso del crecimiento era muy marcado con una media de 1,33 UFC y una desviación típica de 0,58 UFC.

El tratamiento de higienización fue totalmente eficaz con los mandos contaminados con *Escherichia coli* (Tabla 2 y Figura 4). Antes del tratamiento de higienización se aisló, de la contaminación más intensa (100 µl), una media de 140,5 UFC con una desviación típica de 85,56 UFC. Después del tratamiento de higienización no se observó crecimiento de esta especie bacteriana en los mandos de televisión estudiados.

El tratamiento de higienización también fue totalmente eficaz con los mandos contaminados con *Pseudomonas aeruginosa* (Tabla 2). Antes del tratamiento de higienización se aisló, de la contaminación más intensa (100 µl), una media de 17 UFC con una desviación típica de 22,63 UFC. Después del tratamiento de higienización no se observó crecimiento de esta especie bacteriana en las superficies evaluadas.

**Tabla 2.** Análisis de la carga microbiana (unidades formadoras de colonias) tras la inoculación con *Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*, antes y después del tratamiento de higienización.

	<i>Acinetobacter baumannii</i>		<i>Escherichia coli</i>		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
	100 µl	100 µl	100 µl	100 µl	100 µl	100 µl
Muestra 1	NR	1	NR	0	NR	0
Muestra 2	NR	2	NR	0	NR	0
Muestra 3	NR	1	NR	0	NR	0
Muestra 4	430	1	201	0	33	0
Muestra 5	177	0	80	0	1	0

NR: No realizado (ver texto)



**Figura 4.** Crecimiento en las muestras tras la inoculación de *Escherichia coli*. Izquierda: muestra tomada antes del tratamiento. Derecha: muestra tomada después del tratamiento de higienización con luz ultravioleta con el equipo Corvent Sanidis®

El tratamiento de higienización fue menos eficaz en los mandos contaminados con *Staphylococcus aureus* (Tabla 3). Antes del tratamiento de higienización se aisló una media de 1.250 UFC con una desviación típica de 353,55 UFC con la contaminación más intensa (100 µl). Después del tratamiento de higienización el descenso del crecimiento era marcado con una media de 34 UFC y una desviación típica de 36,77 UFC.

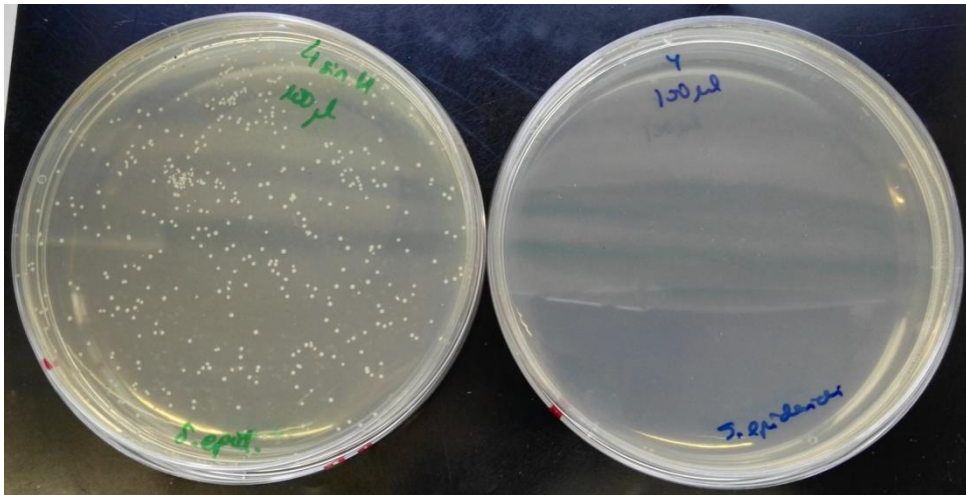
El tratamiento de higienización también fue totalmente eficaz con los mandos contaminados con *Staphylococcus epidermidis* (Tabla 3 y Figura 5). Antes del tratamiento de higienización se aisló una media de 495 UFC con una desviación típica de 558,61 UFC con la contaminación más intensa (100 µl). Después del tratamiento de higienización de los mandos de televisión no se observó crecimiento de esta especie bacteriana.

**Tabla 3.** Análisis de la carga microbiana (unidades formadoras de colonias) tras la inoculación con *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*, antes y después del tratamiento de higienización.

	<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Staphylococcus epidermidis</i>	
	Antes	Después	Antes	Después
	100 µl	100 µl	100 µl	100 µl
Muestra 1	NR	8	NR	0
Muestra 2	NR	60	NR	0
Muestra 3	NR	4	NR	0
Muestra 4	> 1.000	29	100	0
Muestra 5	> 1.500	100 µl	890	0

NR: No realizado (ver texto)





**Figura 5.** Crecimiento en las muestras tras la inoculación de *Staphylococcus epidermidis*. Izquierda: muestra tomada antes del tratamiento de higienización. Derecha: muestra tomada después del tratamiento de higienización con luz ultravioleta con el equipo Corvent Sanidis®

El tratamiento de higienización también fue totalmente eficaz con los mandos contaminados con cada una de las tres especies de *Candida* estudiadas (Tabla 4). Antes del tratamiento de higienización se aisló una media de 3,5 UFC con una desviación típica de 0,71 UFC con la contaminación más intensa (100 µl) con *Candida albicans*. Algo similar se encontró con *Candida glabrata* (2,5 UFC con una desviación típica de 2,12 UFC con la contaminación más intensa) y *Candida parapsilosis* (2 UFC con una desviación típica de 1,41 UFC con la contaminación más intensa). Después del tratamiento de higienización de los mandos de televisión no se observó crecimiento de ninguna de estas especies fúngicas.

**Tabla 4.** Análisis de la carga microbiana (unidades formadoras de colonias) tras la inoculación con *Candida albicans*, *Candida glabrata* y *Candida parapsilosis*, antes y después del tratamiento de higienización.

	<i>Candida albicans</i>		<i>Candida glabrata</i>		<i>Candida parapsilosis</i>	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
	100 µl	100 µl	100 µl	100 µl	100 µl	100 µl
Muestra 1	NR	0	NR	0	NR	0
Muestra 2	NR	0	NR	0	NR	0
Muestra 3	NR	0	NR	0	NR	0
Muestra 4	3	0	4	0	1	0
Muestra 5	4	0	1	0	3	0

NR: No realizado (ver texto)



## Conclusiones

La luz ultravioleta es eficaz para descontaminar la superficie de objetos de uso común e intensivo como los mandos a distancia de las televisiones. El equipo Corvent Sanidis<sup>®</sup>, que emplea luz ultravioleta, es fácil de utilizar, seguro y efectivo para disminuir o erradicar la contaminación de los objetos por microorganismos patógenos sin provocar alteraciones estéticas ni funcionales de los mismos.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado en parte por la Consejería de Educación, Universidades e Investigación del Gobierno Vasco-Eusko Jaurlaritza (GIC 15/78 IT-990-16), la Fundación ONCE "Oportunidad al Talento" y Fondo Social Europeo (a C.M-A) y la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UFI 11/25). Los autores agradecen a CORVENT ELECTRONICA, S.L. la cesión del aparato de luz ultravioleta, los mandos de televisión y las bolsas para la higienización.

## Bibliografía

1. Roques C, Al Mousa H, Duse A, Gallagher R, Koburger T, Lingaas E, Petrosillo N, Škrln J. Consensus statement: patient safety, healthcare-associated infections and hospital environmental surfaces. *Future Microbiol.* 2015;10:1629-34.
2. Chemaly RF, Simmons S, Dale C Jr, Ghantaji SS, Rodriguez M, Gubb J, Stachowiak J, Stibich M. 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;2:79-90.
3. Bhalla A, Pultz NJ, Gries DM, Ray AJ, Eckstein EC, Aron DC, Donskey CJ. Acquisition of nosocomial pathogens on hands after contact with environmental surfaces near hospitalized patients. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2004;25(2):164-7.
4. King MF, Noakes CJ, Sleigh PA, Bale S, Waters L. Relationship between healthcare worker surface contacts, care type and hand hygiene: an observational study in a single-bed hospital ward. *J Hosp Infect.* 2016;94:48-51.
5. Arinder P, Johannesson P, Karlsson I, Borch E. Transfer and decontamination of *S. aureus* in transmission routes regarding hands and contact surfaces. *PLoS One.* 2016;11:e0156390.
6. Russotto V, Cortegiani A, Raineri SM, Giarratano A. Bacterial contamination of inanimate surfaces and equipment in the intensive care unit. *J Intensive Care.* 2015;3:54.
7. Huslage K, Rutala WA, Sickbert-Bennett E, Weber DJ. A quantitative approach to defining "high-touch" surfaces in hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2010;31:850-3.
8. Otter JA, Yezli S, Salkeld 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(5 Suppl):S6-11.
9. Kundrapu S, Sunkesula V, Jury LA, Sitzlar BM, Donskey CJ. Daily disinfection of high-touch surfaces in isolation rooms to reduce contamination of healthcare workers' hands. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012;33:1039-42.
10. Donskey CJ. Does improving surface cleaning and disinfection reduce health care-associated infections? *Am J Infect Control* 2013;41(5 Suppl):S12-9.

11. Smith A, Taggart LR, Lebovic G, Zeynalova N, Khan A, Muller MP. *Clostridium difficile* infection incidence: impact of audit and feedback programme to improve room cleaning. J Hosp Infect. 2016;92:161-6.
12. Leas BF, Sullivan N, Han JH, Pegues DA, Kaczmarek JL, Umscheid CA. Environmental cleaning for the prevention of healthcare-associated infections. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2015.
13. Nottingham M, Peterson G, Doern C, Doll M, Masroor N, Sanogo K, Stevens M, Bearman G. Ultraviolet-C light as a means of disinfecting anesthesia workstations. Am J Infect Control. 2017, doi: 10.1016/j.ajic.2017.02.016.