



Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica

www.elsevier.es/eimc



Revisión

Métodos microbiológicos para la monitorización de la limpieza, desinfección y esterilización de dispositivos médicos

Rosa María Blázquez-Garrido^{a,*}, Eva Cuchí-Burgos^b, Carmen Martín-Salas^c y Patricia Ruiz-Garbajosa^d

^a Servicio de Microbiología, Hospital Universitario J. M. Morales Meseguer, Murcia, España

^b Microbiología, Catlab, Viladecavalls, Barcelona, España

^c Servicio de Microbiología, Complejo Hospitalario de Navarra, Pamplona, Navarra, España

^d Servicio de Microbiología, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 5 de septiembre de 2017

Aceptado el 18 de septiembre de 2017

Palabras clave:

Dispositivos médicos

Infección de dispositivos médicos

Infección nosocomial

Endoscopios

R E S U M E N

El uso de los dispositivos semicríticos reutilizables se ha extendido en la práctica médica actual tanto con fines diagnósticos como terapéuticos. Sin embargo, la reutilización de estos instrumentos conlleva el riesgo de una transmisión cruzada de microorganismos de un paciente a otro. El proceso de limpieza y desinfección de estos dispositivos es complejo, largo, caro y muy sensible a que se produzcan fallos. En el presente documento se analizan los aspectos epidemiológicos de las infecciones asociadas a la reutilización de los dispositivos semicríticos, y el papel del laboratorio de Microbiología en la monitorización del proceso de limpieza y desinfección de los mismos a través de los controles microbiológicos. Se revisan las recomendaciones de diferentes sociedades científicas sobre la pertinencia de dichos controles y se establecen recomendaciones específicas para la toma y el procesamiento de las muestras, la interpretación de los resultados y las medidas a tomar en función de los resultados obtenidos.

© 2017 Elsevier España, S.L.U.

y Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. Todos los derechos reservados.

Microbiological monitoring of medical devices after cleaning, disinfection and sterilisation

A B S T R A C T

The use of reusable semi-critical devices has been extended in current medical practice for both diagnostic and therapeutic purposes. However, reuse of these instruments carries the risk of cross-transmission of microorganisms from one patient to another. The process of cleaning and disinfecting these devices is complex, long, expensive and very error-prone. This paper analyses the epidemiological aspects of infections associated with the reuse of semi-critical devices and the role of the Microbiology laboratory in monitoring the cleaning and disinfecting process through microbiological controls. The recommendations of different scientific societies on the relevance of such controls are reviewed and specific recommendations are proposed for the taking and processing of the samples, interpretation of the results and measures to be taken depending on the results obtained.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. and Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. All rights reserved.

Introducción

En la práctica médica actual se utilizan una enorme variedad de dispositivos médicos tanto con fines diagnósticos como terapéuticos. En algunos casos, estos dispositivos pueden comportarse

como vehículos de transmisión de agentes infecciosos a un huésped susceptible originando la aparición de una infección nosocomial o asociada a la asistencia sanitaria¹⁻⁴. No todos los dispositivos médicos se comportan igual en lo que al riesgo de infección se refiere, ya que esto depende del uso para el que estén diseñados.

Son los dispositivos reutilizables clasificados por Spaulding⁵ como semicríticos los que con mayor frecuencia se han asociado a la aparición de infecciones asociadas a la asistencia sanitaria. Dentro de esta categoría entrarían los endoscopios flexibles en general,

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: rosamaria.blazquez@um.es (R.M. Blázquez-Garrido).

entendidos como aparatos que acceden al interior del organismo a través de orificios naturales (gastroscoPIO, colonoscopia, fibrobroncoscopia, cistoscopia), los tubos endotraqueales, los laringoscopios y los termómetros rectales.

La reutilización de estos dispositivos exige que sean sometidos, entre paciente y paciente, a un proceso de desinfección de alto nivel que en muchos casos resulta complicado no solo por la complejidad estructural de los dispositivos (lúmenes largos y estrechos, válvulas, etc.), sino también porque, en sí mismo, es un proceso laborioso con diferentes etapas (limpieza mecánica, control de fugas, limpieza con detergentes enzimáticos, enjuagues, desinfección, secado, almacenaje) que son muy dependientes de la adecuada formación del personal sanitario encargado del reprocesamiento de los mismos, lo cual lo hace susceptible de no realizarse siempre correctamente^{2,6–8}. Es en este contexto donde los controles microbiológicos periódicos pueden servir como un indicador de calidad que garantice que todas las etapas del proceso de limpieza y desinfección se han realizado de forma adecuada^{8–11}.

El material no crítico habitualmente no supone directamente un riesgo de infección para los pacientes y no requiere de controles microbiológicos. Sin embargo, ocasionalmente y en el contexto de brotes epidémicos puede ser necesario el muestreo de estos dispositivos para localizar el foco y/o la presencia de fómites contaminados que puedan suponer un eslabón en la cadena de transmisión de un determinado microorganismo. Un ejemplo de esta situación es el brote internacional, descrito recientemente, de infección por *Mycobacterium chimaera* asociado al uso de los dispositivos frío-calor utilizados para regular la temperatura de la sangre y de la solución de cardioplejía durante la circulación extracorpórea en intervenciones de cirugía cardíaca. En este sentido, el *European Centre for Disease Prevention and Control* ha publicado un documento técnico para la detección de laboratorio de *M. chimaera* en estos dispositivos y en el ambiente¹².

Consideraciones clínicas

La infección asociada a un procedimiento diagnóstico o terapéutico en el que se ha utilizado algún instrumento semicrítico es aquella que se detecta tras haber realizado este tipo de procedimiento y está relacionado con el mismo. En algunos casos la infección es una complicación asociada al propio procedimiento como consecuencia del arrastre o la transferencia de microorganismos del propio paciente de un lugar a otro (fuente de infección endógena), pero en otros casos es el instrumento contaminado el que se comporta como un vehículo en la transmisión de microorganismos (fuente de infección exógena).

Existen pocos estudios prospectivos bien diseñados sobre la incidencia de la transmisión de patógenos asociados al uso de este tipo de dispositivos. En la mayoría de los casos documentados en la bibliografía, esta transmisión se ha producido en relación con deficiencias en alguno de los pasos del proceso de limpieza y desinfección, poniendo de manifiesto no solo la elevada frecuencia con la que estos procedimientos no se realizan correctamente, sino también la escasa vigilancia a la que están sometidos^{1,4,6} y, lo que es más preocupante, la colonización persistente de algunos de estos instrumentos a pesar de haberlos procesado siguiendo estrictamente las recomendaciones¹³.

La mayoría de los casos publicados están en el contexto de brotes o pseudobrotes producidos por microorganismos poco habituales o multirresistentes que son fácilmente detectados por tratarse de microorganismos que en muchos centros están sometidos a vigilancia^{6,13,14}. Parece probable que el problema se esté infraestimando y que la contaminación cruzada por

otro tipo de microorganismos, más habituales, pueda pasar desapercibida^{2–4,7,8}. En general, los microorganismos que en la literatura médica se han asociado con más frecuencia a transmisiones a través de estos dispositivos son bacilos gramnegativos multirresistentes (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens*, entre otros), micobacterias y los virus de la hepatitis B y C^{2,4,6}.

Síndromes clínicos

En muchas ocasiones la transmisión cruzada de microorganismos de un paciente a otro no se asocia al desarrollo de una infección clínica, sino que lo que produce es una colonización asintomática del huésped. En los casos en los que tiene lugar una infección sintomática los cuadros clínicos son muy variados. Cuando se trata de cistoscopias suelen producirse infecciones urinarias asociadas o no a bacteriemia; en el caso de endoscopias digestivas pueden producirse bacteriemias, colangitis, colecistitis o hepatitis, y en el caso de fibrobronoscopias o material para ventilación pueden aparecer neumonías o bacteriemias.

Mecanismos patogénicos

El mecanismo por el cual se produce la transmisión cruzada de algún microorganismo pasa por la contaminación del instrumento. Esta contaminación puede producirse, bien a partir de la microbiota de un paciente al que se le ha realizado previamente algún procedimiento, bien a partir del ambiente inanimado (soluciones de irrigación, dispositivos de lavado automático, etc.). La contaminación puede persistir en este tipo de instrumentos por diferentes motivos: errores en el proceso de limpieza/desinfección del aparato, formación de biopelículas o presencia de alteraciones estructurales en el mismo (fugas) que hacen que sea imposible la erradicación de las bacterias a pesar de la correcta aplicación de los protocolos de limpieza^{2,6}.

Papel de los controles microbiológicos

El control microbiológico de los dispositivos semicríticos reutilizables es una herramienta para detectar fallos en el proceso de limpieza y desinfección o la presencia de disrupciones de la superficie del dispositivo que favorezcan la persistencia de los microorganismos¹¹. No existe un consenso unánime ni sobre la necesidad de los controles ni sobre la metodología que debe emplearse, pero hay diferentes sociedades científicas que recomiendan la realización de cultivos periódicos como parte del control de calidad del proceso de desinfección y dan indicaciones sobre el proceso de toma de muestras, el procesamiento de las mismas y la interpretación de los resultados^{9,13,15–20}. En lo que se refiere a la periodicidad para la realización de los cultivos, tampoco existe un consenso unánime y en las diferentes guías se ha recomendado su realización con una periodicidad mensual, trimestral y hasta anual^{9,16,19,20}.

Recogida de muestras para cultivo microbiológico

Para la toma de muestras es necesario disponer de material estéril (guantes, jeringas, cepillos y recipientes). La recogida de las diferentes muestras se realizará siempre con las máximas condiciones de asepsia. El momento ideal para la recogida es tras el proceso de desinfección y almacenado para valorar si hay contaminación durante el mismo.

Canales del endoscopio: utilizando jeringas estériles se instilan 10 o 20 ml de suero salino al 0,9% estéril o agua destilada estéril a través de cada uno de los canales por separado y se recoge por la parte distal del endoscopio en un recipiente estéril. La

recogida de muestra se puede completar introduciendo un cepillo estéril en el interior del canal, realizando un cepillado de la parte interna y mezclándolo posteriormente con 10 ml de suero salino al 0,9% estéril o agua destilada estéril en un recipiente estéril⁹.

Superficies externas del endoscopio: se utiliza una torunda estéril humedecida en suero salino al 0,9% estéril que se frota por las diferentes superficies externas del endoscopio (extremo distal, puntos de apertura de los canales, puente elevador). Cada torunda se recoge en un recipiente estéril con *tryptic soy broth* (TSB).

Botella de agua conectada al endoscopio: se recogen 2 muestras de 100 ml de agua utilizando una jeringa estéril a través del conector habitual entre la botella y el endoscopio y se transfieren a un recipiente estéril.

Lavadoras desinfectadoras automáticas: se deben recoger 2 muestras de 100 ml del agua de aclarado final en un recipiente estéril (normas UNE EN-ISO 15883).

Agua de aclarado final: en caso de no utilizar lavadoras desinfectadoras automáticas se deben tomar con una jeringa estéril 2 muestras de 100 ml de agua.

Transporte y conservación de las muestras

Las muestras se enviarán en recipientes estériles cerrados y etiquetados indicando el punto de toma de la muestra y la identificación del endoscopio o de la lavadora desinfectadora.

El procesamiento debe realizarse de forma inmediata para evitar un posible sobrecrecimiento bacteriano que altere el recuento en el cultivo cuantitativo. Si se va a retrasar el procesamiento es necesario conservar las muestras refrigeradas entre 2-5 °C durante un máximo de 24 h. En algunos casos y según el producto desinfectante utilizado podría añadirse un agente neutralizante para eliminar posibles trazas de agentes químicos que puedan limitar la detección de microorganismos.

Manejo y procesamiento de las muestras

Diferentes sociedades nacionales e internacionales^{9,16-21} han establecido que el cultivo microbiológico de los endoscopios en general (gastrointestinales, cistoscopios, fibrobronoscopios) debe estar orientado a la búsqueda de microorganismos presentes en la microbiota oral y entérica. En la [tabla 1](#) se describen en detalle los microorganismos que se comportan como indicadores de un inadecuado proceso de limpieza y desinfección. No se recomienda la búsqueda de virus, ya que la detección de virus intactos y con capacidad infectiva es un proceso complejo y de alto coste.

Habitualmente no es necesario realizar antibiogramas a todos los microorganismos aislados; no obstante, en determinadas situaciones (posibles brotes, aislamientos repetidos de enterobacterias o *P. aeruginosa*) puede ser útil su realización para detectar la presencia de bacterias multirresistentes.

Selección de medios de cultivo y condiciones de incubación de las muestras

Muestras obtenidas de los canales del endoscopio: habitualmente se realiza una mezcla o *pool* de todas las muestras recogidas mediante lavado y cepillado de los diferentes canales del endoscopio y se procesan de forma conjunta. Sin embargo, si los cultivos microbiológicos son repetidamente positivos en un determinado endoscopio puede ser necesario procesar las muestras de los diferentes canales de forma individual.

Los medios de cultivo recomendados^{9,16-20} son:

- Microorganismos aerobios: agar sangre, *tryptic soy agar* (TSA), Reasoner's 2-agar y caldo TSB.
- Micobacterias: agar Middlebrook 7H10.

Las muestras pueden procesarse mediante 2 técnicas^{9,16-20}:

- Inoculación directa: se siembra 1 ml de la muestra en una placa de agar sangre o TSA.
- Concentración mediante centrifugación o mediante filtración. La centrifugación se realiza durante 15 min a 3.000 rpm, se decanta el sobrenadante, se resuspende el sedimento y se siembra 0,1 ml en agar sangre. Para la filtración se recogen 10 ml de muestra y se hace pasar por un filtro con diámetro de poro no superior a 0,45 µm. El filtro se incuba en agar TSA.

En ambas técnicas las placas pueden incubarse a 30 o 37 °C durante 48 h o 7 días (revisión a las 48 h). Para cultivo de micobacterias se incuba a 37 °C durante 21 días.

Muestras obtenidas de las superficies externas del endoscopio: se agita la torunda en 10 ml de caldo TSB, se agita nuevamente utilizando un vórtex y se incuba 48 h a 37 °C. A las 48 h se realizan subcultivos a medios selectivos.

Agua de aclarado de la lavadora automática y agua de la botella conectada al endoscopio: se filtran entre 100-200 ml de muestra utilizando filtros con diámetro de poro no superior a 0,45 µm y el filtro se incuba en agar sangre o Reasoner's 2-agar a 30 °C durante 3-5 días o a 37 °C durante 2 días^{9,10,16,18}. En caso de no disponer de filtros se podrían añadir 100 ml de agua de aclarado a 100 ml de caldo TSB e incubar a 37 °C durante 48 h, y después hacer un subcultivo en medios selectivos, aunque esta metodología no está validada. Para el cultivo de micobacterias debe utilizarse un medio específico como el agar Middlebrook 7H10 y se incuba a 37 °C durante 21 días.

Criterios para la interpretación de los resultados

En la [tabla 1](#) se detalla el tipo de microorganismos que se deben buscar y los recuentos de unidades formadoras de colonias a partir de los cuales se deben considerar significativos. En la [tabla 2](#) se describe la interpretación orientativa de los resultados de los cultivos y las acciones recomendadas en función de los mismos.

Información de los resultados

Se debe contactar e informar al departamento correspondiente y además entregar un informe al equipo responsable de la prevención y control de infecciones del centro sanitario. Además, según el/los microorganismo/s detectado/s y el inóculo, hay que recomendar que se lleven a cabo las medidas adecuadas (nueva toma de muestra, revisión del aparato, revisión de los procedimientos de limpieza y desinfección).

Cualquier material contaminado debe ser retirado de su uso hasta que los controles microbiológicos sean correctos. En caso de aislamiento de determinados microorganismos, tales como *P. aeruginosa*, otros bacilos gramnegativos no fermentadores, *Salmonella* spp. y *Shigella* spp., se hará un seguimiento dirigido de los pacientes expuestos. Este seguimiento también es necesario en el caso de aislamiento de *Mycobacterium tuberculosis* o *Mycobacterium chelonae* a partir de muestras de bronoscopios. En los últimos años se han notificado casos de infección cardiovascular invasiva por *M. chimaera* asociados al uso de los sistemas frío-calor que se utilizan durante la circulación extracorpórea²².

El laboratorio de Microbiología debe realizar un dictamen escrito con los resultados de los cultivos y también un informe a

Tabla 1
Recomendaciones para el estudio microbiológico de los endoscopios

| Punto de corte | Microorganismos | Frecuencia | Guías |
|---|---|--|---|
| < 10 ufc por aparato | Microbiota bajo riesgo (piel y ambiente) <i>Staphylococcus coagulasa negativa</i> Difteroides <i>Micrococcus</i> spp. <i>Bacillus</i> spp. | No establecida (excepto en duodenoscopios: cada 60 procedimientos o mensual) | CDC ⁹ |
| Cualquier recuento | Microbiota alto riesgo <i>S. aureus</i> <i>Enterococcus</i> spp. <i>S. viridans</i> <i>P. aeruginosa</i> Enterobacterias | | |
| Los mismos puntos de corte que ESGENA y GESA | <i>Enterococcus</i> spp. Enterobacterias <i>S. viridans</i> BGN NF Micobacterias en broncoscopios Micobacterias atípicas BGN NF y <i>Legionella</i> spp. en agua y lavadoras | Mensual; una vez establecido el circuito puede ser trimestral | SEIMC 2012 ²⁰ UNE EN-ISO 15883 ²¹ |
| No crecimiento | <i>Enterococcus</i> spp. | Mensual | GESA 2010 ¹⁸ |
| 1-10 ufc | Enterobacterias | Duodenoscopios | |
| 10-100 ufc | <i>S. viridans</i> | Broncoscopios | |
| 100-1.000 ufc | BGN NF | Otros endoscopios flexibles | |
| > 10.000 ufc | | Trimestral | |
| < 20 ufc/canal | Micobacterias de crecimiento rápido en broncoscopios | Otros endoscopios gastrointestinales | |
| Microorganismos indicadores: cualquier recuento | Cualquier tipo de microbiota Microorganismos indicadores Enterobacterias <i>P. aeruginosa</i> <i>S. aureus</i> Agua del lavado final: Micobacterias de crecimiento rápido <i>Legionella</i> spp. | Intervalos no superiores a 3 meses | ESGE-ESGENA 2007 ¹⁶ |
| Microorganismos no incluidos Anaerobios Virus <i>Helicobacter pylori</i> | | Los hongos no se mencionan en ninguna guía | |

BGN NF: bacilos gramnegativos no fermentadores; CDC: *Centers for Disease Control and Prevention*; ESGE-ESGENA: *European Society of Gastrointestinal Endoscopy-European Society of Gastroenterology and Endoscopy Nurses and Associates*; GESA: *Gastroenterological Society of Australia*; SEIMC: *Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*; ufc: unidades formadoras de colonias.

Tabla 2
Interpretación orientativa de los resultados microbiológicos

| Microorganismos aislados | Interpretación/acción a tomar |
|--|--|
| Crecimiento de <i>S. epidermidis</i> en recuentos bajos | Sospecha de contaminación, bien en la toma o procesamiento de la muestra, bien en el almacenamiento Se recomienda repetir la toma de muestras |
| Recuentos significativos de microorganismos en varios aparatos | Sospecha de fallos en el proceso de limpieza/desinfección de los dispositivos Se recomienda revisar el procedimiento de limpieza y desinfección y tomar nuevamente muestras |
| Aislamiento de enteropatógenos como <i>Salmonella</i> spp. | |
| Aislamiento de <i>P. aeruginosa</i> | |
| Aislamiento de <i>P. aeruginosa</i> y otros BGN no fermentadores | Sospecha de fallos en el secado y almacenamiento de los dispositivos o contaminación del agua de lavado. Valorar la pertinencia de la colocación de filtros |
| Crecimiento repetido en recuentos significativos de un microorganismo en un solo aparato | Sospecha de problemas estructurales en los dispositivos Se recomienda la revisión del aparato por el fabricante, control de fugas |

la Comisión de Infecciones/Seguridad del Paciente de la incidencia, las medidas adoptadas y la resolución del problema.

Otros procedimientos para la detección de residuos orgánicos

Uno de los principales inconvenientes de los cultivos microbiológicos como herramienta de control del proceso de desinfección de los dispositivos semicríticos radica en la demora en la obtención de resultados. Por ello, se han desarrollado otras técnicas que permiten detectar de forma rápida la presencia de restos orgánicos. Entre las técnicas actualmente disponibles se encuentra la

medición del ATP y de residuos de proteínas, hemoglobina e hidratos de carbono.

El ATP es una molécula presente en todas las células vivas, lo que la convierte en un buen marcador para evaluar la presencia de residuos orgánicos. La presencia de ATP se mide por bioluminiscencia. Para ello, se emplea la enzima luciferasa, que utiliza el ATP y la proteína luciferina para generar una señal luminosa que se mide en unidades relativas de luz mediante un luminómetro. Como la relación entre la cantidad de ATP y la cantidad de luz producida es lineal, a mayor presencia de residuos orgánicos, más ATP está presente y más luz se produce. Esta técnica puede emplearse para medir la contaminación en tiempo real tanto de las superficies como de los canales de los endoscopios. La mayor parte de los

trabajos publicados han evaluado esta técnica para medir la eficacia del proceso de limpieza manual previo al proceso de desinfección^{11,17}. De esta forma, valores de bioluminiscencia elevados tras la limpieza manual indican que la cantidad de residuos orgánicos es demasiado alta para lograr que el proceso de desinfección sea eficaz²³. Se ha establecido un valor de referencia de <200 unidades relativas de luz para considerar apto el canal y la superficie del endoscopio tras el proceso de limpieza manual²³.

Para la detección de proteínas, hemoglobina e hidratos de carbono hay disponibles diferentes *kits* comerciales basados en reacciones colorimétricas de fácil manejo y que proporcionan resultados de forma rápida. Los puntos de corte de aceptación después de un adecuado proceso de limpieza y antes de la desinfección son de <6,4, <1,2 y <2,2 mg/cm para las proteínas, los hidratos de carbono y la hemoglobina, respectivamente^{11,17}.

Actualmente, ninguna guía recomienda la sustitución de los cultivos microbiológicos por el empleo de estos biomarcadores, ya que son necesarios más estudios para su validación⁹.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Kovaleva J, Peters FT, van der Mei HC, Degener JE. Transmission of infection by flexible gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy. *Clin Microbiol Rev.* 2013;26:231–54.
- Nelson DB. Infectious diseases complications of GI endoscopy: Part II, exogenous infections. *Gastrointest Endosc.* 2003;57:695–711.
- Noronha AM, Brozak S. A 21st century nosocomial issue with endoscopes. *BMJ.* 2014;348:g2047.
- Seoane-Vazquez E, Rodriguez-Monguio R, Visaria J, Carlson A. Exogenous endoscopy-related infections, pseudo-infections, and toxic reactions: Clinical and economic burden. *Curr Med Res Opin.* 2006;22:2007–21.
- Spaulding EH. Chemical disinfection of medical and surgical materials. En: Lawrence C, Block SS, editores. *Disinfection, sterilization, and preservation.* Philadelphia, PA: Lea and Febiger; 1968. p. 517–31.
- Kenters N, Huijskens EG, Meier C, Voss A. Infectious disease linked to cross-contamination of flexible endoscopes. *Endosc Int Open.* 2015;03:E259–65.
- Rutala WA, Weber DJ. Gastrointestinal endoscopes: A need to shift from disinfection to sterilization? *JAMA.* 2014;312:1405–6.
- Rutala WA, Weber DJ. New developments in reprocessing semicritical items. *Am J Infect Control.* 2013;41 Suppl 5:S60–6.
- Centers for Disease Control and Prevention. Interim Duodenoscope Surveillance Protocol. Interim protocol for healthcare facilities regarding surveillance for bacterial contamination of duodenoscopes after reprocessing. Atlanta: CDC; 2015 [actualizado 3 Abr 2015; consultado 14 Sep 2015]. Disponible en: www.cdc.gov/hai/organisms/cre/cre-duodenoscope-surveillance-protocol.html
- Ezpeleta-Baquedano C, Barrios-Andrés JL, Delgado-Iribarren García-Campero A. Control microbiológico ambiental. *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 2013;31:396–401.
- Shin SP, Kim WH. Recent update on microbiological monitoring of gastrointestinal endoscopes after high-level disinfection. *Clin Endosc.* 2015;48:369–73.
- European Centre for Disease Prevention and Control. EU protocol for case detection, laboratory diagnosis and environmental testing of *Mycobacterium chimaera* infections potentially associated with heater-cooler units: Case definition and environmental testing methodology. Stockholm: ECDC; 2015 [consultado 17 Jul 2017]. Disponible en: [hsp://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/EU-protocol-for-M-chimaera.pdf](http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/EU-protocol-for-M-chimaera.pdf).
- Epstein L, Hunter JC, Arwady MA, Tsai V, Stein L, Gribogiannis M, et al. New Delhi metallo-β-lactamase-producing carbapenem-resistant *Escherichia coli* associated with exposure to duodenoscopes. *JAMA.* 2014;312:1447–55.
- Cetre JC, Salord H, Vanhems P, Srinivasan A, Perl TM, Schaffner W, et al. Outbreaks of infection associated with bronchoscopes. *N Engl J Med.* 2003;348:2039–40.
- Clemens JQ, Dowling R, Foley F, Goldman HB, González CM, Tessier C, et al., American Urological Association; Society of Urologic Nurses and Associates. Joint AUA/SUNA white paper on reprocessing of flexible cystoscopes. *J Urol.* 2010;184:2241–5.
- Beilenhoff U, Neumann CS, Rey JF, Biering H, Blum R, Schmidt V. ESGE-ESGENA guideline for quality assurance in reprocessing: Microbiological surveillance testing in endoscopy. *Endoscopy.* 2007;39:175–81. Disponible en: http://www.esge.com/assets/downloads/pdfs/guidelines/2007_quality_assurance_in_reprocessing.pdf
- Komanduri S, Abu Dayyeh BK, Bhat YM, Chauhan SS, Gottlieb KT, Hwang JH, et al., ASGE Technology Committee. Technologies for monitoring the quality of endoscope reprocessing. *Gastrointest Endosc.* 2014;80:369–73.
- Gastroenterological Society of Australia (GESA). *Endoscopy. Infection control.* 2010 [consultado 22 Jun 2017]. Disponible en: <http://www.gesa.org.au/resources/clinical-guidelines-and-updates/endoscopy-infection-control>
- Puente-Maestu L. Procedimiento de limpieza y desinfección de broncoscopios y procedimiento de uso y desinfección de sistemas de aerosoles e inhaladores. Manual SEPAR de procedimientos. Módulo 2. Procedimientos de pruebas funcionales. 2011 [consultado 22 Jun 2017]. Disponible en: <https://issuu.com/separ/docs/procedimientos2>
- Barrios-Andrés JL, Delgado-Iribarren García-Campero A, Ezpeleta-Baquedano C. Control microbiológico ambiental. En: Cercenado E, Cantón R, editores. *Procedimientos en Microbiología Clínica. Recomendaciones de la Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica.* Madrid: Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica; 2012.
- UNE-EN ISO 15883-7:2016. Lavadoras desinfectadoras. Parte 7: Requisitos y ensayos para las lavadoras desinfectadoras que utilizan desinfección química para los productos sanitarios termolábiles, no invasivos y no críticos y para los equipos de asistencia sanitaria. [consultado 17 Jul 2017]. Disponible en: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0057436>
- Achermann Y, Rössle M, Hoffmann M, Deggim V, Kuster S, Zimmermann DR, et al. Prosthetic valve endocarditis and bloodstream infection due to *Mycobacterium chimaera*. *J Clin Microbiol.* 2013;51:1769–73.
- Alfa MJ, Fatima I, Olson N. Validation of adenosine triphosphate to audit manual cleaning of flexible endoscope channels. *Am J Infect Control.* 2013;41:245–8.