

Limpieza y desinfección en endoscopia digestiva

Santos Santolaria^a, Julio Ducons^b y Josep Maria Bordas^c, en representación del Grupo de Endoscopia de la Asociación Española de Gastroenterología

^aUnidad de Endoscopia Digestiva. Hospital General San Jorge. Huesca. España.

^bUnidad de Endoscopia Digestiva. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa. Zaragoza. España.

^cUnidad de Endoscopia Digestiva. Hospital Clínic i Provincial. Barcelona. España.

INTRODUCCIÓN

La endoscopia gastrointestinal, efectuada tanto con fines diagnósticos como terapéuticos, puede ser un factor de riesgo para la transmisión de enfermedades bacterianas y virales^{1,2}. Por este motivo, la desinfección de los endoscopios y el material accesorio ha adquirido una gran importancia y se ha convertido en una necesidad ineludible que debe ser asumida por el personal médico y de enfermería que trabaja en las unidades de endoscopia digestiva³. Así, un gran número de sociedades científicas, relacionadas tanto con la endoscopia digestiva como con las enfermedades infecciosas, han publicado guías de práctica clínica, con normas y recomendaciones cuya implementación ha contribuido a disminuir la transmisión de infecciones tras la endoscopia digestiva⁴⁻¹⁷. Una encuesta realizada en nuestro país sobre los métodos empleados para la limpieza y la desinfección de los endoscopios muestra cómo en los últimos años ha aumentado el porcentaje de las unidades de endoscopia que cumplen las normas mínimas de desinfección, pasando del 41% en el año 1993 al 79% en 1998^{18,19}. Sin embargo, a pesar de esta mejoría observada en el cumplimiento de las normas mínimas de desinfección y la disminución en el número de infecciones declaradas, todavía hay aspectos relacionados con la desinfección claramente susceptibles de mejoría.

TRANSMISIÓN DE MICROORGANISMOS

Hay un riesgo potencial, aunque reducido, para la transmisión de infecciones a través de la endoscopia digestiva. Una revisión de todos los trabajos relacionados con la transmisión de infecciones tras la endoscopia digestiva o

la broncoscopia, efectuados entre los años 1966 y 1992, identificó únicamente 281 casos¹. Sin embargo, este riesgo podría estar infraestimado debido a que, en ocasiones, no se realiza un seguimiento completo de los pacientes y, muchas veces, las infecciones no se declaran, cursan de forma asintomática o tienen un período de incubación largo. El incumplimiento de las normas y las recomendaciones de desinfección es quizás el factor más importante asociado con la transmisión de infecciones tras la endoscopia digestiva².

Transmisión de bacterias

La transmisión de infecciones bacterianas a los pacientes es rara; se han comunicado casos de infección por *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia* y *Helicobacter pylori*¹⁴. En la mayoría de estos casos, la infección guarda relación con una desinfección inadecuada del endoscopio y del material accesorio. Se ha descrito que la no realización de una correcta limpieza mecánica del endoscopio favorece la formación de biocapas bacterianas que dificultan la posterior acción del desinfectante, con el consiguiente riesgo para la transmisión de infecciones a los pacientes¹¹. En ocasiones, la existencia de disrupciones en la superficie interna del endoscopio dificulta la acción del desinfectante y favorece su contaminación. En los casos de transmisión de *Pseudomonas* se ha implicado la contaminación de las fuentes y los recipientes de agua²⁰.

La desinfección de los endoscopios, siguiendo las recomendaciones y normativas actuales, es eficaz para la eliminación de las bacterias de los endoscopios²¹. Únicamente, las micobacterias y las formas bacterianas esporuladas ofrecen cierta resistencia a la desinfección. Sin embargo, no se han documentado casos de transmisión de *Clostridium difficile*, *Cryptosporidium* o micobacterias tras la realización de endoscopia digestiva, y varios estudios experimentales han demostrado que las medidas habituales de desinfección son eficaces para su eliminación^{22,23}.

Correspondencia: Dr. S. Santolaria
Unidad de Endoscopia Digestiva. Hospital San Jorge. Huesca.
Avda. Martínez de Velasco, s/n. 22004 Huesca. España.
Correo electrónico: ssantolariap@salud.aragon.es

Recibido el 18-5-2006; aceptado para su publicación el 18-5-2006.

Transmisión de virus

Se han documentado casos de transmisión de infección por los virus de las hepatitis B y C, todos ellos relacionados con fallos en la limpieza y la desinfección de los canales de trabajo del endoscopio o el material accesorio^{24,25}. Varios estudios epidemiológicos han encontrado una asociación entre el antecedente de la toma de biopsias durante una endoscopia digestiva y la infección por el virus de la hepatitis C (VHC), si bien otros estudios no han confirmado esta asociación^{2,26,27}. No hay casos documentados de transmisión del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH)².

En general, los virus son más sensibles que las bacterias a la desinfección. Se considera que el VIH, el virus de la hepatitis B (VHB) y el VHC son poco resistentes a las soluciones desinfectantes²⁸⁻³⁰. Se ha demostrado que después del lavado y la desinfección durante 5 min en solución alcalina de glutaraldehído al 2% no se detectan partículas de los VHB o VHC ni en el exterior ni en los canales operativos del endoscopio²⁸. El empleo de glutaraldehído al 3% podría ser más eficaz que el glutaraldehído al 2% para la desinfección de los endoscopios utilizados para la ligadura de varices con bandas en pacientes con infección por el VHC³¹. Otros virus más resistentes, como los poliovirus y el virus de la hepatitis A, también se eliminan eficazmente tras la inmersión en glutaraldehído³².

Transmisión de hongos y priones

Los priones son unas partículas proteicas responsables de un grupo de enfermedades neurodegenerativas agrupadas bajo el nombre de encefalopatías espongiformes (enfermedad Creutzfeldt-Jakob [ECJ]), kuru, enfermedad del insomnio familiar fatal). La encefalopatía espongiforme bovina o variante de la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob (vECJ) es otra forma de encefalopatía espongiforme que parece adquirirse por el consumo de carne de ganado vacuno afectado con la enfermedad. En los últimos años, se han detectado numerosos casos de esta enfermedad, especialmente en el Reino Unido que han generado una importante alarma social^{33,34}. Hasta la fecha, no hay casos documentados de transmisión de hongos y enfermedades relacionadas con priones tras la realización de la endoscopia digestiva^{2,11,14,33}. Sin embargo, el hecho de que los priones sean resistentes a las medidas habituales de desinfección y esterilización ha creado una importante inquietud en la comunidad médica, y varias sociedades científicas han redactado recomendaciones para minimizar el riesgo de transmisión a través de la endoscopia digestiva. En el caso de la ECJ los priones se localizan únicamente en el tejido nervioso, por lo que aparentemente no hay riesgo de transmisión de la enfermedad a través de la endoscopia. La Asociación para la Prevención y Control de Enfermedades Infecciosas (APIC)¹¹ y algunos autores³³ consideran que las actuales recomendaciones para la limpieza y la desinfección de los endoscopios son suficientes para evitar la transmisión de la ECJ. Con respecto al material endoscópico accesorio, recomiendan su esterilización y, si ésta no es posible, el

empleo de material desechable. En la vECJ la endoscopia podría ser un factor de riesgo para la transmisión de la enfermedad, dado que se ha detectado por técnicas moleculares la presencia de priones en las placas de Peyer intestinales, el apéndice y las amígdalas, si bien en una concentración mucho menor a la observada en el cerebro³⁵. Aunque la posibilidad de transmisión de la vECJ es remota, la Sociedad Europea de Endoscopia Digestiva ha recomendado que se eviten los procedimientos endoscópicos en los pacientes con una vECJ conocida³⁴. En el caso de que éstos fueran absolutamente necesarios, se debería utilizar sólo equipos destinados a pacientes con vECJ. Sin embargo, la vECJ es una enfermedad con un período de incubación largo, por lo que puede haber pacientes asintomáticos que en el momento de realizar la exploración estén en una fase de incubación de la encefalopatía. Por este motivo, se recomienda de una forma general el empleo de pinzas desechables siempre que se tomen biopsias en el íleon terminal, así como realizar una rigurosa limpieza manual del endoscopio para eliminar todos los restos de material orgánico³⁴.

DESINFECCIÓN EN ENDOSCOPIA FLEXIBLE

Hay numerosas guías de práctica clínica publicadas por diferentes sociedades científicas, en las cuales están perfectamente estructuradas las diferentes fases de la desinfección, así como las recomendaciones para el personal sanitario con el fin de disminuir los riesgos relacionados con la toxicidad de los desinfectantes y el contagio de enfermedades infecciosas (tabla I)⁴⁻¹⁷. Entre estas guías, quizá se podría destacar la realizada por la American Society for Gastrointestinal Endoscopy (ASGE) y la Society for Healthcare Epidemiology of America (SHEA), en colaboración con diferentes sociedades médicas, quirúrgicas y de enfermería, así como agencias federales y estatales¹⁷. En ésta se establecen una serie de recomendaciones para la desinfección y la prevención de riesgos en el personal sanitario (hasta un total de 34), categorizadas según el nivel de evidencia científica.

Es importante subrayar que la limpieza y la desinfección de los endoscopios es un procedimiento especializado y debería llevarse a cabo únicamente por personal auxiliar entrenado y concienciado sobre la importancia de su labor. Todo el personal que participa en la desinfección debería conocer los principios básicos necesarios para el manejo y la exposición a los productos químicos empleados, los riesgos de transmisión de infecciones (especialmente tuberculosis, hepatitis virales, VIH y enterobacterias) entre los pacientes, así como las medidas de protección frente a la exposición a la sangre y otros fluidos corporales^{6,11,17}.

Niveles de desinfección y dificultades en la desinfección en endoscopia flexible

Todo el material de uso hospitalario que entra en contacto con el enfermo es un vehículo potencial para la transmi-

TABLA I. Recomendaciones para la desinfección de endoscopios flexibles de varias sociedades científicas

Guía	Año	Lavado manual	Desinfectante recomendado	Duración de desinfección	Recomendaciones salud laboral
Working Party British Society of Gastroenterology ⁶	1998	Inmediatamente tras el uso con detergente neutro. Se puede utilizar enzimático	Glutaraldehído al 2% Ácido peracético Dióxido de cloro No se recomiendan derivados de glutaraldehído con fenol	Glutaraldehído al 2%, durante 20 min En pacientes con MAI u otra micobacteria resistente: 60-120 min Ácido peracético y dióxido de cloro durante 5 min	Programa de salud para glutaraldehído Vacuna de la hepatitis B
American Society for Gastrointestinal Endoscopy (ASGE) ⁷	1999	No recomienda un detergente, pero insiste en la importancia de la limpieza manual	Desinfectantes de alto nivel, como glutaraldehído y peróxido de hidrógeno	≥ 20 min a 20 °C	Cumplimiento de las normas oficiales de Salud Laboral
Societat Catalana d'Endoscopia Digestiva ⁸	1999	Inmediatamente tras el uso con detergente enzimático	Glutaraldehído al 2% Ácido peracético	≥ 20 min a 20 °C Tuberculosis activa: ciclos de 45 min o ácido peracético a 56 °C durante 20 min	Medidas para evitar la contaminación
Society of Gastroenterology Nurses and Associates (SGNA) ^{9,10}	2000	Inmediatamente tras el uso con detergente enzimático	Glutaraldehído al 2% Ácido peracético	≥ 20 min a 20 °C	Equipo de protección personal
Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology (APIC) ¹¹	2000	Inmediatamente tras el uso con detergente enzimático	Glutaraldehído al 2% Peróxido de hidrógeno Ácido peracético; No se recomiendan derivados de glutaraldehído con fenol, ni componentes de amonio cuaternario	≥ 20 min a 20 °C	Medidas de protección contra toxicidad por glutaraldehído y agentes infecciosos Vacuna de la hepatitis B. Mantoux
European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) and European Society of Gastrointestinal Endoscopy Nurses and Associates (ESGENA) ^{12,13}	2000	Inmediatamente tras el uso con detergente enzimático	Glutaraldehído al 2% Otros desinfectantes de potencia al menos similar al glutaraldehído	≥ 10 min	Equipo personal de protección frente a la exposición a tóxicos, sangre y otro material infeccioso Ventilación adecuada en salas de desinfección Vacuna de la hepatitis B
Multi-society guideline (ASGE, SGNA, SHEA, AGA, ACG, AORN, APIC, FASA, SAGES, CRS, Joint Commission) ¹⁷	2003	Inmediatamente tras el uso con detergente enzimático	Desinfectantes aprobados por la FDA para conseguir desinfección de alto nivel	Glutaraldehído al 2%, durante 20 min a 20 °C	Educación sobre uso de productos químicos y biológicos Ventilación adecuada en salas de desinfección Equipo personal de protección frente a la exposición a tóxicos, sangre y otro material infeccioso

MAI: *Micobacterium avium* intracelular.

sión de infecciones. El nivel de desinfección recomendada para el instrumental medicoquirúrgico está en relación con el riesgo de infección asociado a su uso: esterilización, desinfección (alto, medio o bajo nivel) y limpieza (tabla II). En relación con el riesgo de infección, Spaulding³⁶ clasificó el material de uso hospitalario en 3 categorías: crítico, semicrítico y no crítico. El material crítico es el que está en contacto con tejidos estériles o con el sistema vascular. En caso de reutilización, debe ser sometido a un proceso de esterilización. Algunos ejemplos de material crítico en endoscopia digestiva son las pinzas de biopsia, las agujas de esclerosis o los esfinterótomos. El material semicrítico es el que entra en contacto con las membranas mucosas o la piel no intacta, pero que no contacta con áreas estériles del cuerpo (p. ej., endoscopios flexibles). Requiere desinfección de alto nivel. Finalmente, el material no crítico está formado por los objetos que contactan con la piel intacta, pero no con las membranas

mucosas (p. ej., estetoscopios). Es suficiente la desinfección de medio o de bajo nivel. En la tabla II se muestran las definiciones de los diferentes niveles de desinfección. Los endoscopios flexibles tienen una estructura compleja y están dotados de canales y superficies internas que dificultan el acceso a la limpieza y la desinfección (fig. 1). Además, en su composición hay materiales que se alteran cuando se les somete a temperaturas superiores a 60 °C y, por tanto, no pueden someterse a un proceso de esterilización en autoclave. Por este motivo, y porque es un material semicrítico, actualmente se recomienda la realización de una desinfección de «alto nivel» (capaz de eliminar todos los microorganismos con excepción de las esporas bacterianas). Sin embargo, el material accesorio contacta habitualmente con los tejidos estériles y la sangre (por tanto, es un material crítico). Por ello, se recomienda que sea sometido a un proceso de esterilización o bien utilizar material de un solo uso^{6-13,17}.

TABLA II. Definiciones de los diferentes niveles de desinfección

Término	Definición
Esterilización	Eliminación completa de todas las formas microbianas
Desinfección	Eliminación de la mayoría o de todos los organismos patógenos
Alto nivel	Eliminación de todos los microorganismos, con excepción de las esporas bacterianas
Nivel intermedio	Eliminación de la mayor parte de los micro-organismos (algunos virus, hongos y bacterias esporicidas no pueden ser eliminadas)
Bajo nivel	Eliminación de la mayoría de las bacterias, pero no micobacterias ni esporas
Limpieza	Eliminación de los restos orgánicos (sangre, moco, restos de mucosa, etc.) del endoscopio y el material accesorio. Incluye limpieza externa, cepillado de los canales, y empleo de detergentes enzimáticos

Fases de la desinfección

La desinfección comprende 3 fases: limpieza mecánica, desinfección propiamente dicha y, por último, aclarado externo, secado y almacenamiento adecuado.

Limpieza mecánica

Consiste en la limpieza de la superficie del aparato, así como el cepillado con agua y detergente enzimático de los canales del endoscopio y el material accesorio, para eliminar los restos de material orgánico, como sangre, moco y saliva, que pueden ser ricos en microorganismos. Esta fase se podría estructurar en los siguientes pasos:

1. Inmediatamente después de completada la exploración se succiona durante unos 10-15 s, a través del canal de aspiración, una solución con un detergente enzimático con

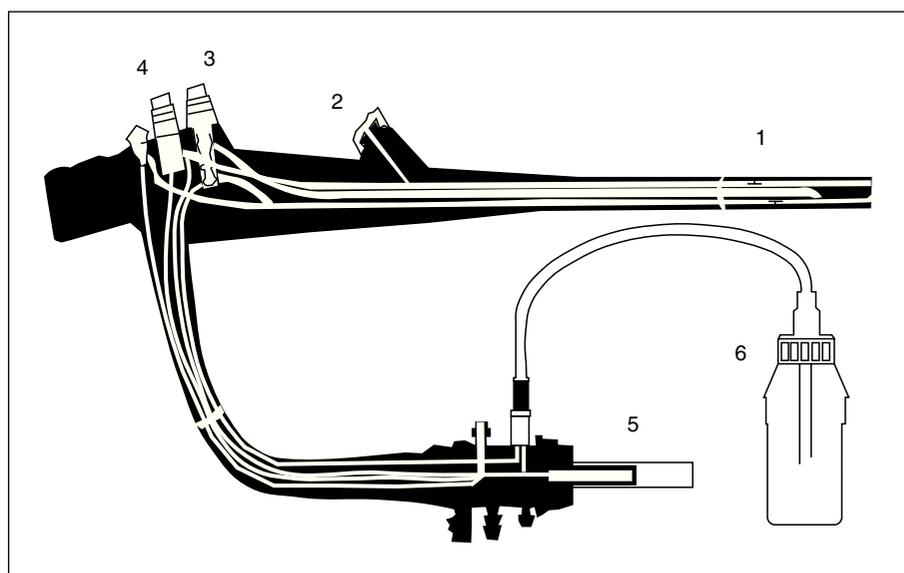


Fig. 1. Estructura de un endoscopio flexible: 1) caña del endoscopio con los canales de instrumentación/aspiración e insuflación/lavado en su interior; 2) entrada al canal de instrumentación; 3) botón de insuflación/lavado; 4) botón de aspiración; 5) conexión a la fuente de iluminación/videoprosesor; 6) bote de agua para el lavado.

la finalidad de eliminar los restos de sangre o moco que hayan podido quedar dentro de dicho canal.

2. Posteriormente, tras retirar las válvulas de los canales de aspiración e insuflación/lavado, así como el tapón del canal de instrumentación, el endoscopio se sumerge en una solución con detergente enzimático. La superficie externa del endoscopio se limpia con esponjas y/o gasas, y el extremo distal se cepilla con un cepillo suave, prestando especial atención al orificio de insuflación/lavado, y en el caso de duodenoscopios a la uña elevadora.

3. El canal de aspiración/instrumentación y todos los canales accesibles deben limpiarse con ayuda de un catéter cepillo especialmente diseñado para cada endoscopio. Este cepillo debe introducirse al menos 3 veces a través del canal de instrumentación y, posteriormente, a través del orificio de succión, dirigiéndolo primero hacia el extremo distal del endoscopio, y finalmente hacia la conexión del endoscopio con la fuente de vacío. Cada vez que se introduce el cepillo por alguno de los canales, éste debe limpiarse en la solución con el detergente enzimático.

4. Aclarar los canales mediante la irrigación de agua, y posteriormente secar con aire.

En esta fase de la desinfección, no se deben utilizar detergentes con aldehídos, porque pueden causar desnaturación y coagulación de las proteínas, fijándolas a la superficie del endoscopio. Tampoco se deben utilizar detergentes espumosos porque dificultan la visualización de la superficie del endoscopio durante la limpieza. También es importante desechar el detergente enzimático después de cada uso porque estos productos no tienen acción microbicida y, por tanto, no retrasan el crecimiento bacteriano. Al finalizar esta fase, es recomendable realizar una inspección del endoscopio y un test de «estanqueidad» que permite detectar la presencia de disrupciones de la superficie interna o externa. Éstas pueden ser un foco de colonización de microorganismos de difícil eliminación, así como generar averías importantes por entrada de líquido en el endoscopio. En el caso de que el test de «estanqueidad» detecte un daño en la superficie del endoscopio, éste se debe enviar para su reparación, y no continuar con su desinfección.

La limpieza mecánica es quizás la fase más importante de la desinfección por varios motivos: *a)* la presencia de restos de materia orgánica puede hacer ineficaz la desinfección propiamente dicha o la esterilización, ya que favorece la formación de biocapas bacterianas en la superficie interna del endoscopio que dificultan la acción de la mayoría de desinfectantes, y *b)* es una fase que se realiza de forma manual, por lo que su eficacia depende del personal. Por tanto, es fundamental la educación del personal auxiliar, recalcando la trascendencia de su misión en materia de prevención de enfermedades. Se ha demostrado que la realización de una limpieza manual de una forma metódica puede eliminar hasta el 99% de los microorganismos²¹, y se acepta que corresponde a una disminución de la carga bacteriana de 4Log_{10} . En un trabajo realizado en nuestro país por De la Peña et al³⁷, en el que se evaluó

mediante la realización de cultivos las diferentes fases de la desinfección, se demostró que una limpieza mecánica metódica se seguía de una disminución en el porcentaje de cultivos positivos del 53 al 17%.

Desinfección propiamente dicha

Los endoscopios son instrumentos sensibles al calor y no pueden someterse a esterilización por autoclave, por lo que se recomienda, como ya se ha mencionado, la desinfección de «alto nivel». Esta desinfección se obtiene por inmersión del endoscopio en soluciones desinfectantes, que tienen que estar en contacto con toda su superficie. Además, para que el desinfectante pueda actuar sobre las superficies internas del endoscopio, todos sus canales accesibles se deben llenar con la misma solución. El tiempo de inmersión varía según el desinfectante utilizado; se recomienda un mínimo de 20 min en el caso del glutaraldehído al 2%^{6-10,17}.

Actualmente hay numerosos productos comerciales que han demostrado conseguir una desinfección de «alto nivel»^{15,38-41}. Sin embargo, el desinfectante ideal eficaz ante todos los microorganismos en un tiempo corto, que además no dañe el utillaje y que no afecte a las personas ni al medio ambiente, no existe. Quizás el producto del que se tiene más experiencia es el glutaraldehído al 2%, considerado además como el desinfectante de referencia con el que se compara la eficacia del resto de productos⁴¹. Diversos estudios han demostrado que su aplicación durante 20 min, a una temperatura de 20 °C, es eficaz para la eliminación de micobacterias, virus y bacterias del endoscopio³⁸⁻⁴¹. La fijación del material orgánico y las proteínas exige que antes de su utilización deba realizarse una metódica limpieza manual del endoscopio con detergentes enzimáticos. Su principal inconveniente son los efectos secundarios en el personal y los pacientes, ya que se ha asociado a cefalea, conjuntivitis, asma, irritación nasal, sinusitis, dermatitis alérgica (por irritación e hipersensibilidad), y el desarrollo de colitis en los pacientes⁴². El ácido peracético es un desinfectante más potente que el glutaraldehído, que tiene como principales ventajas un menor tiempo de aplicación, una acción esporicida y una menor toxicidad sobre el personal. Además, a diferencia del glutaraldehído, no fija las proteínas por lo que su acción no se ve modificada por la persistencia de restos orgánicos. Sin embargo, y a pesar de que no afecta al medio ambiente, en función de la concentración puede interactuar con los metales y algunos pegamentos, lo que puede incidir en la duración del material endoscópico, tiene un olor desagradable, resulta más caro y es más inestable, lo cual requiere su sustitución a las 24 h de su preparación^{14,38,39}. El agua ácida electrolizada es un método de desinfección/esterilización con acción esporicida, poca toxicidad, bajo precio y acción rápida, por lo que en un futuro, si se confirma su eficacia en estudios clínicos, podría extenderse su uso en las unidades de endoscopia digestiva. Sin embargo, al igual que ocurre con el glutaraldehído, su eficacia se ve afectada por la persistencia de res-

tos orgánicos^{43,44}. En la tabla III se muestran los desinfectantes actualmente disponibles en el mercado, con sus principales ventajas e inconvenientes, así como los tiempos necesarios para conseguir la desinfección de alto nivel. Dado que cada desinfectante ejerce su acción a una concentración y temperatura determinada, es recomendable comprobar al menos una vez al día mediante un indicador químico que el desinfectante se encuentra en su concentración efectiva mínima. Cada desinfectante tiene una vida media diferente y deberá ser sustituido cuando finalice ésta, independientemente de su concentración efectiva mínima¹⁷.

En los últimos años, se está extendiendo el uso de las máquinas de lavado automáticas para la desinfección de los endoscopios^{6,15}. Aunque hay diferentes diseños y fabricantes, y algunas características pueden variar de un modelo a otro, todas estas «lavadoras» son capaces de realizar las fases de limpieza, desinfección y aclarado. Su eficacia es similar a la desinfección manual⁴⁵⁻⁴⁷, aportando como principales ventajas las siguientes: *a)* aseguran la completa irrigación de todos los canales del endoscopio (instrumentación, aspiración, insuflación, agua) y algunos modelos también el del elevador de la uña de los duodenoscopios; *b)* ofrecen unos ciclos de perfusión del desinfectante con los tiempos y la temperatura adecuada, evitando la variabilidad inherente a la desinfección manual; *c)* al estar todos los procesos automatizados, la desinfección es menos vulnerable a los posibles fallos relacionados con el personal; *d)* permiten al personal auxiliar llevar a cabo otras tareas, y reducen su exposición a los efectos tóxicos del desinfectante. Sin embargo, estas máquinas de desinfección también tienen desventajas: *a)* su utilización no exime de realizar una limpieza mecánica previa a la desinfección; *b)* requieren un desembolso económico inicial mayor; *c)* es necesario realizar un mantenimiento regular y desinfectar periódicamente la máquina de lavado, en especial sus reservorios, y en algunas de ellas, prestar atención a la dilución gradual del desinfectante que se utiliza de nuevo en ella.

Aclarado, secado y almacenamiento adecuado

Después de la desinfección de «alto nivel», el endoscopio debe aclararse con agua destilada estéril, para eliminar todos los restos del desinfectante y evitar los posibles efectos tóxicos de éste sobre los pacientes. Se han descrito casos de colitis química, similar a una colitis pseudomembranosa, en relación con el empleo de glutaraldehído y peróxido de hidrógeno al 3%⁴⁸. En el aclarado se debe utilizar agua destilada estéril para evitar una posible contaminación del endoscopio con bacterias como *Pseudomonas*, cuya presencia se ha demostrado en los tapones de los recipientes de agua⁴⁹⁻⁵¹. Finalmente, tanto la superficie externa como los canales del endoscopio deben secarse cuidadosamente para evitar el crecimiento bacteriano que puede verse favorecido por un ambiente húmedo. Se ha descrito que la realización de un segundo aclarado con alcohol al 70%, seguida de un nuevo secado con aire, mejora la eficacia de la desinfección^{37,46} y disminuye el

riesgo de contaminación por *Pseudomonas*⁵². La APIC¹¹ recomienda realizar este aclarado con alcohol entre cada exploración en los centros en que no se utilice agua destilada estéril para el aclarado del endoscopio, y al finalizar la jornada de trabajo en todas las unidades. El almacenamiento de los endoscopios se debe realizar en armarios con buena ventilación. Los aparatos se colgarán verticalmente para facilitar su secado, y previamente se deben retirar las válvulas de insuflación y aspiración/lavado, el tapón del canal de instrumentación y el capuchón distal en el caso de los duodenoscopios.

Material endoscópico accesorio

En general, todo el material accesorio que puede contactar con la sangre del paciente debe someterse a un proceso de esterilización tras la limpieza mecánica. La limpieza de este material, antes de la esterilización debe ser extremadamente cuidadosa, y debe incluir una limpieza ultrasónica para facilitar la eliminación de todos los restos de materia orgánica^{13,53}. Sin embargo, debido a la estructura de estos dispositivos puede resultar extremadamente difícil la eliminación completa de todos los restos orgánicos y, por tanto, su esterilización eficaz⁵⁴. Además, se han descrito casos de infección por *Salmonella*, VHB y VHC tras la realización de endoscopia digestiva que se relacionaron con una desinfección inadecuada de las pinzas de biopsia^{24,25,55}.

Por estos motivos, la tendencia actual es emplear cada vez con mayor frecuencia material accesorio desechable con el fin de evitar la inseguridad en los resultados de la esterilización, pérdidas de tiempo y riesgos para el personal auxiliar (fundamentalmente inoculación accidental con las agujas de esclerosis). En diversos estudios prospectivos de coste-efectividad, que comparan el empleo de pinzas de biopsia reutilizables y desechables, se concluye que las pinzas reutilizables tienen un coste económico menor si éstas se usan frecuentemente (más de 20 veces)^{54,56-60}. Sin embargo, en los costes de las pinzas reutilizables hay que añadir los derivados de la esterilización, y los precios de las pinzas desechables tienden a ser cada vez menores. Actualmente, las boquillas, el material accesorio para la colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (esfinterotomos, balones de Fogarty, guías, etc.), las pinzas de biopsia, las asas de polipectomía, los cepillos para citología y las agujas de esclerosis se pueden adquirir para un solo uso, a unos precios aceptables. Una revisión reciente de la ASGE sobre el material accesorio desechable concluye que la selección de una u otra clase de material (desechable o reutilizable) debería basarse en el precio que se pueda conseguir para el material accesorio, los costes de desinfección y esterilización de cada hospital, en la capacidad de almacenamiento y, finalmente, en las preferencias personales⁶¹.

El bote de agua para la irrigación e insuflación se contamina frecuentemente por bacterias, especialmente *Pseudomonas*, por lo que se recomienda realizar su limpieza y desinfección de «alto nivel» después de cada jornada de trabajo⁹.

TABLA III. Principales desinfectantes para su uso en endoscopia digestiva^{15,39}

Desinfectante	Exposición	Propiedades/ventajas	Inconvenientes
Glutaraldehído alcalino al 2% Instrunet glutaraldehído al 2% [®] Cidex [®] Korsolex [®] Glutaraldehído fenolato al 0,2% Instrunet esporicida [®]	20 min	No daña los endoscopios Experiencia acumulada Coste aceptable Estable 14-28 días tras activación Virucida y bactericida < 5 min Micobactericida en 20-60 min Esporicida > 3 h	Toxicidad personal (cefalea, rinitis, conjuntivitis, hiperreactividad bronquial...) Toxicidad en pacientes: colitis Impacto medioambiental Acción lenta frente a esporas y micobacterias Fija las proteínas (preserva material orgánico) Precisa contenedores cerrados y área ventilada
Ortoftaldehído (OPA) Cidex OPA [®]	12 min	No requiere activación Estable 14 días Bactericida 5 min Micobactericida en 10 min a 20 °C ^a	Poca experiencia Fija proteínas Irritante para piel, ojos y tracto respiratorio Mancha la piel y los tejidos Precisa contenedores cerrados y un área ventilada
Ácido peracético al 0,35% Perasafe [®] Nu-Cidex [®] (hay diferentes formas químicas con efectos no extrapolables entre ellas)	10 min	No fija proteínas Actividad no afectada por material orgánico Carece de impacto medioambiental Virucida y bactericida < 5 min Micobactericida < 5 min Esporicida en 10 min (2 a 50 °C)	Elevado coste Toxicidad personal (irritante la piel, los ojos y el tracto respiratorio) Inestabilidad una vez preparado (< 24 h) Olor fuerte y desagradable Decolora los endoscopios Es corrosivo en función de la concentración, el pH y la temperatura Precisa contenedores cerrados y un área ventilada Requiere almacenamiento de grandes volúmenes
Ácido peracético al 0,2% (sólo para Steris ^b System 1)	30 min	No fija proteínas Actividad no afectada por material orgánico Carece de impacto medioambiental Rápida esterilización a 50-55 °C La dilución la realiza la máquina (35 al 0,2%)	Elevado coste (uno solo uso) Toxicidad personal (irritante de piel, ojos y tracto respiratorio) en la forma concentrada Un solo uso. Requiere almacenamiento grandes volúmenes Decolora los endoscopios. Potencialmente corrosivo
Ácido peracético > 0,1% pH 7-8,5 Sekusept Aktiv [®]	15 min a 20 °C	No fija proteínas Compatible con los materiales del endoscopio Producto concentrado (fácil de almacenar) Seguro para los manipuladores Carece de impacto medioambiental Esporicida en 30 min	Poco estable (24 h) Requiere diluir el polvo en agua Tiempo de preparación de 15 min
Ácido peracético > 0,1% pH 5-7 Anioxyde 1000 [®]	15 min	Esporicida en 30 min No fija proteínas Carece de impacto medioambiental	Tiempo de preparación de 15 min Se desconoce su efecto corrosivo sobre los endoscopios Requiere almacenamiento de grandes volúmenes
Peróxido de hidrógeno al 7,5% Virkon [®]			Aprobado por la FDA pero daña los endoscopios Poco activo frente a virus y micobacterias
Ácido peracético al 0,08%/ peróxido de hidrógeno al 1% Cidex PA [®]	25 min a 20 °C	No requiere activación Reutilizable 14 días Sin toxicidad respiratoria conocida	Aprobado por la FDA pero daña los endoscopios Irritante para la piel y ojos Experiencia clínica limitada
Agua ácida electrolizada Sterilox ^{®a,b}	18 min	No fija proteínas Mínima toxicidad Segura para el paciente, el personal y el medioambiente Bajo coste Rápida e intensa acción bactericida Esporicida en 5 min	Pierde efectividad si hay material orgánico Inestable, requiere generación constante Escasa experiencia en Europa El sodio y el pH ácido pueden dañar los endoscopios
Dióxido de cloro Tristel [®]	5 min	Micobactericida y virucida < 5 min Esporicida en 10 min Reutilizable en 7-14 días	Irritante de piel y mucosas Fuerte olor a cloro Debe mantenerse en contenedores bien cerrados Puede dañar los endoscopios (decoloración)
Componentes de amonio cuaternario Sactimed Sinald [®]			Escasa actividad virucida No hay experiencia
Glucoprotamina Sekusept PLUS [®]	15 min a 20 °C	No daña los endoscopios No fija las proteínas	Escasa actividad frente a virus y esporas Requiere diluir el polvo en agua

^a20 °C: temperatura ambiente.^bSe consideran esterilizantes.

CONTROL DE CALIDAD DE LA DESINFECCIÓN

Tan importante como realizar la desinfección siguiendo las recomendaciones establecidas, es realizar un control periódico para controlar la efectividad de las medidas de desinfección en la práctica clínica habitual, es decir, en nuestro medio⁶². Se ha demostrado que la realización de cultivos microbiológicos del endoscopio de forma periódica puede facilitar la detección de fallos en la desinfección o la presencia de interrupciones de la superficie del endoscopio que favorezcan la persistencia de infección^{63,64}. Sin embargo, actualmente no hay ninguna recomendación relativa al método de cultivo microbiológico, ni tampoco a la periodicidad con la que se debe realizar.

La «desinfección de alto nivel» es un concepto que no se sustenta sobre datos objetivos, lo que da lugar a dudas, cuando con un método microbiológico sensible se detectan algunos microorganismos en el material sometido a desinfección. Es necesario considerar que, en función del tamaño de la inócula y del método microbiológico utilizado, la sensibilidad del estudio varía. Los métodos de valoración de la desinfección pueden ser cuantitativos relativos (disminución de la carga bacteriana, para lo que se suele utilizar la reducción logarítmica en función de la carga bacteriana inicial conocida) o cuantitativos absolutos contando el número de unidades formadoras de colonias (UFC) por ml, generalmente en cultivos efectuados en placa. Otro método de valoración es el cualitativo, en el cual únicamente se valora el hecho de que en un medio de cultivo se aprecie la presencia de crecimiento bacteriano. De esta forma, si después de la incubación de una inócula introducida en un medio líquido, como el tioglicolato, se aprecia turbidez, ello indica un crecimiento bacteriano. El hecho de que aumentando el volumen de la inócula por 10, 100... se incrementa proporcionalmente la sensibilidad del método microbiológico, permite comprender que la detección de algún microorganismo, si se utilizan métodos sensibles, únicamente es útil en la realización de estudios⁴¹. En general, se considera que la negatividad de las siembras en placa es suficiente, si no se obtiene crecimiento bacteriano, para demostrar que se ha obtenido una «desinfección de alto nivel».

La recogida de muestras de los endoscopios para valorar la desinfección puede realizarse de la siguiente manera. Una vez finalizada la desinfección y el secado de los endoscopios, cada uno de los canales se irriga con 10 ml de suero salino. El efluente se recoge en condiciones estériles y se remite al laboratorio de microbiología, para realizar siembra en placas agar (método cuantitativo) o inoculación en líquido tioglicolato (método cualitativo)⁴¹. Se ha comunicado que la introducción de un cepillo estéril a través de los canales puede aumentar la rentabilidad de los cultivos¹¹. Por último, es recomendable realizar un diario para establecer el seguimiento de la transmisión de las infecciones o los posibles efectos secundarios relacionados con la endoscopia y la desinfección, en el que se recojan los datos del paciente, el endoscopio utilizado, el tipo de desinfección y el personal que participa en ella¹⁷.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS PARA EL PERSONAL

El personal sanitario que trabaja en una unidad de endoscopias se expone diariamente a productos químicos con conocidos efectos secundarios, así como a material biológico procedente del paciente (moco, sangre, etc.), con un riesgo potencial de transmisión de infecciones. Por este motivo, es importante adoptar una serie de medidas de protección, tanto general como individual^{6,9-13,17}:

1. Educación del personal auxiliar sobre la manipulación y los riesgos de toxicidad de los productos de desinfección (desinfectantes y máquinas de lavado automáticas). Igualmente, se debe instruir sobre los riesgos de transmisión de infecciones durante la endoscopia y la manipulación de los endoscopios y el material accesorio. El personal temporal que participa en la desinfección debería estar supervisado hasta que demuestre su capacitación.
2. Utilización de medidas de protección personal, como guantes y batas impermeables desechables, gafas y máscaras respiratorias, para minimizar los riesgos de exposición tanto a los desinfectantes, como al material biológico potencialmente infeccioso (moco, sangre, etc.).
3. Es conveniente que la sala de desinfección esté situada en un lugar diferente a las salas de exploración, y su diseño debería asegurar un ambiente seguro, tanto para el personal sanitario como para los pacientes. Es recomendable disponer de ventilación adecuada y un sistema de extracción de aire para minimizar los riesgos de exposición a los vapores potencialmente tóxicos de los desinfectantes. La concentración de vapor del desinfectante no debería exceder los límites establecidos por los organismos de prevención de riesgos laborales y los servicios de medicina preventiva.
4. Vacunación frente al VHB.

RECOMENDACIONES PARA LA DESINFECCIÓN DE ENDOSCOPIOS

Las siguientes recomendaciones están basadas en los resultados de los estudios comparativos realizados entre diferentes desinfectantes, así como las revisiones técnicas y guías de práctica clínica realizadas por las sociedades y organismos relacionados con la endoscopia y la prevención de enfermedades infecciosas. En la tabla IV se muestran el grado de recomendación y el nivel de evidencia empleados^{6-17,21,37,40,41,61}:

1. Inmediatamente después de completada la exploración, se debe succionar una solución de detergente enzimático a través del canal de aspiración del endoscopio. Posteriormente, tras desconectar el endoscopio y retirar las válvulas de los canales de aspiración e insuflación/lavado, así como el tapón del canal de instrumentación, se debe sumergir el endoscopio en un recipiente con detergente enzimático. *Grado de recomendación A. Nivel de evidencia 1c.*
2. La limpieza mecánica es la fase fundamental de la desinfección, por lo que debe realizarse una limpieza meti-

TABLA IV. Grados de recomendación y nivel de evidencia en estudios sobre tratamiento, prevención, etiología y complicaciones

Grado de recomendación	Nivel de evidencia	Fuente
A	1a	Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados, con homogeneidad (que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección)
	1b	Ensayo clínico aleatorizado individual (con intervalos de confianza estrechos)
	1c	Eficacia demostrada por la práctica clínica y no por la experimentación
B	2a	Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad (que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección)
	2b	Estudio de cohortes individual y ensayos clínicos aleatorizados de baja calidad (< 80% de seguimiento)
	2c	Investigación de resultados en salud, estudios ecológicos
	3a	Revisión sistemática de estudios de casos y controles, con homogeneidad (que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección)
	3b	Estudios de casos y controles individuales
C	4	Serie de casos y estudios de cohortes y casos y controles de baja calidad
D	5	Opinión de expertos sin valoración crítica explícita

culosa de todo el endoscopio, incluidas las válvulas y los canales, con un detergente enzimático. Esta limpieza debe completarse con el paso de cepillos a través de todos los canales accesibles del endoscopio para eliminar todos los restos de materia orgánica y otros residuos. *Grado de recomendación A. Nivel de evidencia 1a.*

3. Antes de sumergir el endoscopio en la solución desinfectante, es recomendable realizar un test para detectar la pérdida de estanqueidad en los canales del endoscopio y la presencia de disrupciones internas que pueden dificultar la desinfección. *Grado de recomendación A. Nivel de evidencia 1b.*

4. Para la desinfección propiamente dicha, se debe utilizar un desinfectante con eficacia demostrada para conseguir la desinfección de «alto nivel», que además sea compatible con el endoscopio. Actualmente, el glutaraldehído al 2%, el glutaraldehído fenato al 0,4-1% y el ácido peracético al 0,2% son los desinfectantes más empleados. *Grado de recomendación A. Nivel de evidencia 1a.*

5. La desinfección con agua electrolizada, gracias a su eficacia, bajo coste y poca toxicidad para el personal, puede constituir una alternativa en el futuro. *Grado de recomendación B. Nivel de evidencia 2b.*

6. El endoscopio se debe sumergir en la solución con el desinfectante, que incluya el llenado de los diferentes canales. El tiempo de exposición y la temperatura para realizar la desinfección de «alto nivel» varía según el producto empleado. Así, el glutaraldehído al 2% requiere al menos 20 min a una temperatura de 20 °C, mientras que el ácido peracético al 0,35% precisa únicamente 10 min. *Grado de recomendación A. Nivel de evidencia 1a.*

7. En el caso de utilizar una máquina de lavado automática, se debe comprobar la correcta conexión de todos los conectores a los canales del endoscopio y seguir las recomendaciones del fabricante para conseguir la desinfección de alto nivel. El empleo de estas máquinas no exime de la necesidad de realizar una limpieza mecánica cuidadosa del endoscopio. Es necesario, además, realizar controles periódicos de la dilución del desinfectante, en caso de que la máquina lo reutilice, y desinfección de los dife-

rentes recipientes. *Grado de recomendación A. Nivel de evidencia 1b.*

8. Cada desinfectante, especialmente si precisa activación, mantiene la actividad durante un tiempo preestablecido. Se recomienda sustituir el desinfectante después de este período, independientemente de su concentración efectiva mínima. *Grado de recomendación A. Nivel de evidencia 1b.*

9. Después de la desinfección de «alto nivel», se debe aclarar el endoscopio con agua preferentemente estéril, lo que se puede conseguir con filtros específicos, y posteriormente secar los canales con aire. *Grado de recomendación A. Nivel de evidencia 1b.*

10. La utilización de alcohol al 70%, seguida de un nuevo secado con aire, puede mejorar la eficacia de la desinfección. *Grado de recomendación B. Nivel de evidencia 2b.*

11. Se debe almacenar el endoscopio colgado verticalmente (para mejorar el escurrido del agua residual) en un armario con buena ventilación. Las válvulas y el tapón del canal de instrumentación se deben almacenar por separado. *Grado de recomendación B. Nivel de evidencia 2b.*

12. La botella de agua para la irrigación del endoscopio, así como su conexión, se deben someter a desinfección de «alto nivel» después de cada jornada. Es conveniente usar agua destilada estéril para su relleno. *Grado de recomendación A. Nivel de evidencia 1b.*

13. El material accesorio que ha podido contactar con sangre (agujas de esclerosis, pinzas de biopsia, asas de polipectomía, etc.) debe someterse a esterilización tras una rigurosa limpieza mecánica. Idealmente, el material accesorio debería ser desechable. *Grado de recomendación A. Nivel de evidencia 1a.*

14. Es fundamental la educación del personal auxiliar encargado de la desinfección, y subrayar la trascendencia de su misión en materia de prevención de infecciones cruzadas. El personal temporal que participa en la desinfección debería trabajar bajo supervisión hasta que demuestre su capacitación. *Grado de recomendación A. Nivel de evidencia 1a.*

15. Es recomendable la utilización por parte del personal de endoscopia de protección frente a la exposición de los

productos de desinfección, sangre u otro material potencialmente infeccioso (p. ej., guantes, protección ocular, máscaras de protección respiratoria, etc.). *Grado de recomendación A. Nivel de evidencia 1c.*

16. Debe procurarse que la sala de desinfección de los endoscopios cumpla una serie de medidas para proporcionar un ambiente seguro al personal y a los pacientes. Es recomendable que la desinfección se realice en una sala independiente del lugar donde se realicen la exploración, y disponer de un sistema de ventilación para minimizar la exposición a los vapores potencialmente tóxicos de los desinfectantes. *Grado de recomendación A. Nivel de evidencia 1c.*

17. La realización de controles de calidad periódicos, mediante cultivos microbiológicos de los canales de los endoscopios, puede servir de ayuda para detectar fallos en la desinfección y disrupciones en los endoscopios que la dificulten. *Grado de recomendación B. Nivel de evidencia 2b.*

El manuscrito ha sido revisado antes de su publicación por un grupo de gastroenterólogos que han emitido sugerencias sobre el texto original, algunas de las cuales han sido incorporadas por los autores. El grupo de revisores ha estado constituido por Montse Andreu, José Ramón Aparicio, José Luis Cabriada, Xavier Calvet, Rafael Campo, Fernando Carballo, Antoni Castells, Enrique Domínguez, Vicente Garrigues, Fernando Gomollón, Ferran González-Huix, Ángel Lanás, Fermín Mearín, Adolfo Parra, Virginia Pretejo y Angels Vilella.

BIBLIOGRAFÍA

- Spach DH, Silverstein FE, Stamm WE. Transmission of infection by gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy. *Ann Intern Med.* 1993;118:117-28.
- Lisgaris MV. The occurrence and prevention of infections associated with gastrointestinal endoscopy. *Curr Infect Dis Rep.* 2003;5:108-113.
- Santolaria S, Ducóns J, Montoro M. Medidas de esterilización de endoscopios y material endoscópico accesorio. *GH Continuada.* 2004;2:167-70.
- Dimarino AJ, Gage T, Leung J, Ravich W, Wolf D, Zuckerman G, et al. Reprocessing of flexible gastrointestinal endoscopes. *Gastrointest Endosc.* 1996;43:540-6.
- Rey JF, Kruse A, Axon T, Petersen C, Reid A, Sorkin M, et al. ESGE guidelines for the prevention of endoscopic transmission of type C hepatitis and update on Creutzfeldt-Jakob disease. *European Society of Gastrointestinal Endoscopy. Endoscopy.* 1997; 29:203-4.
- BSG endoscopy Committee Working Party. Cleaning and disinfection of equipment for gastrointestinal endoscopy. Report of a Working Party of the British Society of Gastroenterology Endoscopy Committee. *Gut.* 1998;42:585-93.
- Infection control during gastrointestinal endoscopy: guidelines for clinical application. From the ASGE. *American Society for Gastrointestinal Endoscopy. Gastrointest Endosc.* 1999;49: 836-41.
- Bordas JM, Pou Fernández JM, Nieto M, Puig O, Targarona E, Roquetas F. Desinfección en endoscopia digestiva. Estado actual y recomendaciones. *Gastroenterol Hepatol.* 1999;22:157-9.
- Standards of infection control in reprocessing of flexible gastrointestinal endoscopes. *Gastroenterol Nurs.* 2000;23:172-9.
- Guideline for the use of high-level disinfectants and sterilants for reprocessing of flexible gastrointestinal endoscopes. *Gastroenterol Nurs.* 2000;23:180-7.
- Alvarado CJ, Reichelderfer M. APIC guidelines for infection prevention and control in flexible endoscopy. *Am J Infect Control.* 2000;28:138-55.
- The European Society of Gastrointestinal Endoscopy. Guidelines on cleaning and disinfection in GI endoscopy. Update 1999. *Endoscopy.* 2000;32:77-80.
- Rey JF. Protocol for reprocessing endoscopic accessories. *European Society of Gastrointestinal Endoscopy. Endoscopy.* 2000; 32:81-3.
- Nelson DB, Barkun AN, Block KP, Burdick JS, Ginsberg GG, Greenwald DA, et al. Technology status evaluation report. Transmission of infection by gastrointestinal endoscopy. May 2001. *Gastrointest Endosc.* 2001;54:824-8.
- Rey JF, Kruse A, Neumann C. ESGE/ESGENA technical note on cleaning and disinfection. *Endoscopy.* 2003;35:869-77.
- Rey JF, Kruse A. Cleaning and disinfection in Europe according to the Endoscopic Societies' Guidelines. *Endoscopy.* 2003; 35:878-81.
- Multi-society guideline for reprocessing flexible gastrointestinal endoscopes. *Gastrointest Endosc.* 2003;58:1-8.
- Brullet E, Campo R, Puig M, Fontanet M, Pérez MJ, Argaña P, et al. Nacional questionnaire on clearing and disinfection habits in digestive endoscopy. *Gastroenterol Hepatol.* 1994;17:455-9.
- Brullet E, Ramírez-Armengol JA, Campo R. Cleaning and disinfection practices in digestive endoscopy in Spain: results of a national survey. *Endoscopy.* 2001;33:864-8.
- Pang J, Perry P, Ross A, Forbes GM. Bacteria-free rinse water for endoscope disinfection. *Gastrointest Endosc.* 2002;56: 402-6.
- Cronmiller JR, Nelson DK, Salman G, Jackson DK, Dean RS, Hsu JJ, et al. Antimicrobial efficacy of endoscopic disinfection procedures: a controlled, multifactorial investigation. *Gastrointest Endosc.* 1999;50:152-8.
- Urayama S, Kozarek RA, Sumida S, Raltz S, Merriam L, Pethigal P. Mycobacteria and glutaraldehyde: is high-level disinfection of endoscopes possible? *Gastrointest Endosc.* 1996; 43:451-6.
- Rutala WA, Gergen MF, Weber DJ. Inactivation of *Clostridium difficile* spores by disinfectants. *Infection Control Hosp Epidemiol.* 1993;14:36-9.
- Birnie GG, Quigley EM, Clements GB, Follett EA, Watkinson G. Endoscopic transmission of hepatitis B virus. *Gut.* 1983;24: 171-4.
- Bronowicki JP, Vernard V, Botté C, Monhoven N, Gastin I, Choné L, et al. Patient-to-patient transmission of hepatitis C virus during colonoscopy. *N Engl J Med.* 1997;337:237-40.
- Gaudin JL, Bobichon R, Dumont O, et al. Systemic hepatitis C virus screening in patients submitted to ambulatory endoscopic procedures. *Endoscopy.* 1996;28:42S.
- Andrieu J, Barny S, Colardelle P, Maisonneuve P, Giraud V, Robin E, et al. Prevalence and risk factors of hepatitis C virus infection in a hospitalized population in a gastroenterology unit. Role of endoscopic biopsies. *Gastroenterol Clin Biol.* 1995;19: 340-5.
- Rey JF, Halfon P, Ferym JM, Khiri H, Masseyeff MF, Ouzan D. Risque de transmission du virus de l'hépatite C par l'endoscopie digestive. *Gastroenterol Clin Biol.* 1995;19:346-9.
- Chanzy B, Duc-Bin DL, Rousset B, Morand P, Morel-Baccard C, Marchetti B, et al. Effectiveness of a manual disinfection procedure in eliminating hepatitis C virus from experimentally contaminated endoscopes. *Gastrointest Endosc.* 1999;50: 147-51.
- Hanson PJ, Gor D, Jeffries DJ, Collins JV. Elimination of high titre HIV from fiberoptic endoscopes. *Gut.* 1990;31:657-9.
- Sakai N, Tatsuta M, Iishi H, Yano H, Osaka S, Aoki A. Effectiveness of manual cleaning and disinfection of gastroendoscopes with 3% glutaraldehyde for decreasing risk of transmission of hepatitis C virus. *Am J Gastroenterol.* 2001;96:1803-6.
- Hanson PJ, Bennett J, Jeffries DJ, Collins JV. Enteroviruses, endoscopy and infection control: an applied study. *J Hosp Infect.* 1994;27:61-7.
- Rutala WA, Weber DJ. Creutzfeldt-Jakob disease: recommendations for disinfection and sterilization. *Clin Inf Dis.* 2001;32: 1348-56.
- Axon AT, Beilenhoff U, Bramble MG, Ghosh S, Kruse A, McDonnell GE, et al. Variant Creutzfeldt-Jakob disease (vCJD) and gastrointestinal endoscopy. *Endoscopy.* 2001;33:1070-80.

35. Wadsworth JD, Joiner S, Hill AF, Campbell TA, Desbruslais M, Luthert PJ, et al. Tissue distribution of protease resistant prion protein in variant Creutzfeldt-Jakob disease using a highly sensitive immunoblotting assay. *Lancet*. 2001;358:171-80.
36. Spaulding EH. Chemical disinfection and antiseptics in the hospital. *J Hosp Res*. 1972;9:5-31.
37. De la Peña J, Sánchez Hernández E, Rivero M, Martínez Argüelles B, Mazarrasa C, Horna R, et al. Cleaning and disinfection of gastrointestinal endoscopes. Comparative analysis of two disinfectants. *Rev Esp Enferm Dig*. 1999;91:489-96.
38. Rutala WA. APIC guideline for selection and use of disinfectants. 1994, 1995, and 1996 APIC Guidelines Committee. Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, Inc. *Am J Infect Control*. 1996;24:313-42.
39. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection of endoscopes: review of new chemical sterilants used for high-level disinfection. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1999;20:69-76.
40. Foliente RL, Kovacs BJ, Aprecio RM, Bains HJ, Kettering JD, Chen YK. Efficacy of high-level disinfectants for reprocessing GI endoscopes in simulated-use testing. *Gastrointest Endosc*. 2001;53:456-62.
41. Bordas JM, Marcos-Maeso MA, Pérez MJ, Llach J, Gines A, Piqué JM. GI flexible endoscope disinfection: «in use» test comparative study. *Hepatogastroenterology*. 2005;52:800-7.
42. Norback D. Skin and respiratory symptoms from exposure to alkaline glutaraldehyde in medical services. *Scand J Work Environ Health*. 1988;14:366-71.
43. Urata M, Isomoto H, Murase K, Wada A, Yanagihara K, Hirakata Y, et al. Comparison of the microbicidal activities of superoxidized and ozonated water in the disinfection of endoscopes. *J Int Med Res*. 2003;31:299-306.
44. Lee JH, Rhee PL, Kim JH, Kim JJ, Paik SW, Rhee JC, et al. Efficacy of electrolyzed acid water in reprocessing patient-used flexible upper endoscopes: Comparison with 2% alkaline glutaraldehyde. *J Gastroenterol Hepatol*. 2004;19:897-903.
45. Bradley CR, Babb JR. Endoscope decontamination: automated vs manual. *J Hosp Infect*. 1995;30 Suppl:537-42.
46. Fraser VJ, Zuckerman G, Clouse RE, O'Rourke S, Jones M, Klasner J, et al. A prospective randomized trial comparing manual and automated endoscope disinfection methods. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1993;14:383-9.
47. Ortiz V, Sala T, Arguello L, Nicolas D, Bau I, Pertejo V, et al. Comparison of the efficacy of cleaning and disinfection of videoscopes: mechanized versus manual. *Gastroenterol Hepatol*. 2000;23:412-5.
48. Jonas G, Mahoney A, Murray J, Gertler S. Chemical colitis due to endoscope cleaning solutions: a mimic of pseudomembranous colitis. *Gastroenterology*. 1988;95:1403-8.
49. O'Connor HJ, Babb JR, Ayliffe GA. *Pseudomonas aeruginosa* infection during endoscopy. *Gastroenterology*. 1987;93:1451.
50. Alfa MJ, Sitter DL. In-hospital evaluation of contamination of duodenoscopes: a quantitative assessment of the effect of drying. *J Hosp Infect*. 1991;19:89-98.
51. Chu NS, McAlister D, Antonoplos PA. Natural bioburden levels detected on flexible gastrointestinal endoscopes after clinical use and manual cleaning. *Gastrointest Endosc*. 1998;48:137-42.
52. Allen JI, Allen MO, Olson MM, Gerding DN, Shanholtzer CJ, Meier PB, et al. *Pseudomonas* infection of the biliary system resulting from use of a contaminated endoscope. *Gastroenterology*. 1987;92:759-63.
53. Jung M, Beilenhoff U, Pietsch M, Kraft B, Rippin G. Standardized reprocessing of reusable colonoscopy biopsy forceps is effective: results of a German multicenter study. *Endoscopy*. 2003;35:197-202.
54. Rizzo J, Bernstein D, Gress F. A performance, safety and cost comparison of reusable and disposable endoscopic biopsy forceps: a prospective, randomized trial. *Gastrointest Endosc*. 2000;51:257-61.
55. Dwyer DM, Klein EG, Istre GR, Robinson MG, Neumann DA, McCoy GA. Salmonella Newport infections transmitted by fiberoptic colonoscopy. *Gastrointest Endosc*. 1987;33:84-7.
56. Yang R, Ng S, Nichol M, Laine L. A cost and performance evaluation of disposable and reusable biopsy forceps in GI endoscopy. *Gastrointest Endosc*. 2000;51:266-70.
57. Deprez PH, Horsmans Y, Van Hassel M, Hoang P, Piessevaux H, Geubel A. Disposable versus reusable biopsy forceps: a prospective cost evaluation. *Gastrointest Endosc*. 2000;51:262-5.
58. Lejeune C, Prost P, Michiels C, Roullaud-Guenfoudi MP, Philip JM, Martin L, et al. Disposable versus reusable biopsy forceps. A prospective cost analysis in the gastrointestinal endoscopy unit of the Dijon University Hospital. *Gastroenterol Clin Biol*. 2001;25:669-73.
59. Kozarek RA, Attia FM, Sumida SE, Raltz SL, Roach SK, Schembre DB, et al. Reusable biopsy forceps: a prospective evaluation of cleaning, function, adequacy of tissue specimen, and durability. *Gastrointest Endosc*. 2001;53:747-50.
60. Bourguignon C, Destrumelle AS, Koch S, Grumblat A, Carayon P, Chopard C, et al. Disposable versus reusable biopsy forceps in GI endoscopy: a cost-minimization analysis. *Gastrointest Endosc*. 2003;58:226-9.
61. Croffie J, Carpenter S, Chuttani R, DiSario J, Hussain N, Liu J, et al. ASGE Technology Status Evaluation Report: disposable endoscopic accessories. *Gastrointest Endosc*. 2005;62:477-9.
62. Merighi A, Contato E, Scagliarini R, Mirolo G, Tampieri ML, Pazzi P, et al. Quality improvement in gastrointestinal endoscopy: microbiologic surveillance of disinfection. *Gastrointest Endosc*. 1996;43:457-62.
63. Moses FM, Lee J. Surveillance cultures to monitor quality of gastrointestinal endoscope reprocessing. *Am J Gastroenterol*. 2003;98:77-81.
64. Rejchrt S, Cermak P, Pavlatova L, McKova E, Bures J. Bacteriologic testing of endoscopes after high-level disinfection. *Gastrointest Endosc*. 2004;60:76-8.