

Esterilización por inmersión de instrumental de cirugía laparoscópica. Estudio comparativo entre glutaraldehído al 2%, agua electrolizada superoxidada con pH neutro y solución electrolizada por selectividad iónica con pH neutro

Immersion sterilization of laparoscopic surgery instruments. Comparative study among 2% glutaraldehyde, superoxidized water with neutral pH, and electrolyzed solution by ionic selectivity with neutral pH

Dr. Francisco J Nachón García, Dr. José Díaz Téllez, MC Víctor Rivas Espinoza, QFB Jorge Sigfrido González H, MIC CD Ma Gabriela Nachón G, Dr. Fabio García García, Dr. Juan Santiago García

Resumen

Objetivo: Comparar la actividad esterilizante *in vitro* del glutaraldehído al 2% (GA 2%), del agua electrolizada superoxidada (AES) y de la solución esterilizante electrolizada por selectividad iónica (SESI).

Sede: Universidad Veracruzana.

Diseño: Ensayo clínico controlado.

Análisis estadístico: Chi cuadrada.

Material y métodos: Se prepararon soluciones contaminantes con *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* resistente a metilicina y *C. albicans* en concentraciones de 1×10^8 UFC por mililitro en solución salina estéril, en las que se introdujo el instrumental quirúrgico durante 15 minutos y posteriormente fue expuesto a cada una de las soluciones esterilizantes durante tres diferentes tiempos, 7.5, 10 y 15 minutos.

Resultados: Después de 15 minutos de inmersión, todos los cultivos realizados al instrumental tratado con GA al 2% y SESI resultaron negativos a diferencia de cuatro cultivos positivos en el instrumental tratado con AES ($p < 0.05$).

Conclusión: Los instrumentos tratados con GA al 2% y SESI cumplen con los requisitos de esterilidad.

Abstract

Objective: To compare the sterilizing efficacy *in vitro* of 2% glutaraldehyde (2% GA), of superoxidized electrolyzed water (SEW), and electrolyzed sterilizing solution by ionic activity (ESSIA).

Setting: University of Veracruz.

Design: Controlled clinical assay.

Statistical analysis: Chi square.

Material and methods: We prepared contaminating solutions with on *E. coli*, *P. aeruginosa*, and methicillin-resistant *S. aureus*, as well as with *C. albicans* at concentrations of 1×10^8 CFU per milliliter in a sterile saline solution, in which surgical instruments were immersed for 5 min and, thereafter, they were exposed to each of the sterilizing solutions for three different times, 7, 10, and 15 min.

Results: After 15 min of immersion in the sterilizing solutions, all cultures assessed in the instruments treated with 2% GA and ESSIA were negative, in contrast to four positive cultures found in the SEW-treated instruments ($p < 0.05$).

Conclusion: Instruments treated with 2% GA and ESSIA comply with sterile requirements.

Instituto de Ciencias de la Salud, Facultad de Bioanálisis e Instituto de Investigaciones Biológicas de la Universidad Veracruzana. Centro de Especialidades Médicas del Estado de Veracruz "Dr. Rafael Lucio" Xalapa, Veracruz, México.

Recibido para publicación: 20 agosto 2010

Aceptado para publicación: 15 septiembre 2010

Correspondencia: Dr. Luis Castelazo Ayala S/N

Frac. Industrial Ánimas 91190 Xalapa, Ver.

Tel. (+52-228) 841 8900 ext. 13751

E-mail: fnachon@uv.mx

Este artículo puede ser consultado en versión completa en: <http://www.medigraphic.com/cirujanogeneral>

Palabras clave: Esterilización, agua electrolizada superoxidada, solución esterilizante electrolizada por selectividad iónica, glutaraldehído.

Cir Gen 2010;32:226-231

Key words: Sterilization, superoxydized electrolyzed water, sterilizing electrolyzed solution by ionic selectivity.

Cir Gen 2010;32:226-231

Introducción

Esterilización es el proceso en el que se remueven o destruyen todos los microorganismos vivos, incluyendo esporas de hongos, bacterias y estructuras virales.¹ Por otro lado, la desinfección consiste en eliminar o matar a la mayoría de los microorganismos potencialmente patógenos de un artículo o superficie contaminada.² Este objetivo se puede alcanzar con métodos físicos, químicos o fisicoquímicos encaminados a desnaturalizar proteínas y ácidos nucleicos.

El método más común y accesible, utilizado en la mayoría de los hospitales para la esterilización es el vapor de agua a presión; sin embargo, el uso de materiales no resistentes al calor es cada vez más frecuente en la práctica médica. Esto ha obligado a los hospitales a adoptar otras alternativas de esterilización en frío, tales como el óxido de etileno, irradiación gamma y gas plasma de peróxido de hidrógeno, que son procesos difíciles y costosos, por lo tanto poco accesibles a la mayoría de los hospitales.³ Además, estos procesos requieren de mucho tiempo, personal altamente capacitado y normas muy estrictas, tanto en la instalación del equipo como en el manejo de los productos de desecho de cada proceso.⁴

Otra alternativa en los procesos de esterilización y desinfección es la inmersión en sustancias químicas, como el cloro, alcoholes, iodoformas, aldehídos y ácido peracético, que actúan por contacto y acortan el tiempo de esterilización.²⁻⁴ Este método de descontaminación y esterilización ha cobrado importancia sobre todo en el procesamiento de los equipos de endoscopia, a los que de alguna manera se les atribuye parte del incremento de algunas infecciones cruzadas y contaminaciones iatrogénicas.¹

La fibra óptica es un componente fundamental de los equipos de endoscopia, con su uso se ha mejorado la visibilidad diagnóstica y operatoria. Sin embargo, se requiere de una mejoría en los protocolos de descontaminación y esterilización, ya que el calor a presión opacifica y disminuye la transmisión de la luz en dichos equipos.^{5,6}

Un gran problema con los endoscopios flexibles y con casi todos los rígidos es que, por sus costos actuales de fabricación, es imposible hacerlos desechables. Además, para lograr la esterilización completa de estos equipos se requiere de técnicas complejas y costosas, tales como bajas temperaturas con óxido de etileno, formaldehído gaseoso o gas plasma; así mismo, cada uno de estos métodos de esterilización requiere de 24 horas aproximadamente, lo que los hace inoperantes. En la mayoría de los hospitales se cuenta con un número limitado de equipos, lo que no permite una esterilización utilizando este tipo de procedimientos. Por esta razón, el proceso de esterilización y descontaminación del equipo y accesorios de endoscopia y cirugía de invasión mínima

se realiza utilizando la técnica de inmersión, la mayor parte de las veces dentro de la sala de operaciones o en algún local anexo a ella.^{1,3,5}

Aunque el glutaraldehído es un producto efectivo y utilizado durante muchos años en la desinfección de materiales e instrumentos críticos y semicríticos, lo cierto es que es un químico con propiedades irritantes y alergénicas. Su uso requiere de un área con características especiales de ventilación y el personal que lo maneja, de equipo de protección para evitar el contacto con superficies corporales.

Desde finales de la década de los ochenta y después de muchos estudios, el glutaraldehído al 2% fue recomendado como un antibacteriano y antiviral, de primera línea, por el grupo de investigaciones en enfermedades transmisibles por vectores médicos, para la desinfección y esterilización de los endoscopios flexibles de fibra óptica. Inicialmente, se recomendó la inmersión en esta sustancia durante 4 minutos para inactivar bacterias vegetantes y virus incluyendo VIH y el virus de la hepatitis B (HBV).⁶

Poco tiempo después se publicaron diversos artículos en los que se establecieron los lineamientos de seguridad para el manejo de los aldehídos, debido al incremento de casos de lesiones cutáneas, tanto por irritación como por sensibilización, además de casos de problemas respiratorios entre el personal dedicado a los procesos de esterilización y desinfección con glutaraldehído.⁷⁻⁹ Tanto las lesiones cutáneas como los problemas respiratorios fueron reconocidos como un problema de salud laboral desde 1994, por las autoridades europeas y estadounidenses encargadas de la salud y seguridad en el trabajo. Estas Instituciones sanitarias consideraron como estándar de exposición ocupacional la existencia de 0.2 ppm en el aire del área laboral y en 0.05 ppm el nivel máximo de exposición en un periodo de referencia de 15 minutos.¹⁰⁻¹⁴

El agua electrolizada superoxidada (AES) se obtiene al transferir una corriente eléctrica a una solución acuosa de electrólitos contenida en dos depósitos separados por una membrana catiónica. En uno de los tanques se coloca un electrodo positivo y en el otro un electrodo negativo. Se hace pasar una corriente de 3 A durante 45 minutos, a 10 L de solución de cloruro de sodio (NaCl) al 0.05% en agua corriente, y de esta manera se obtiene, en el tanque con el cátodo (+), una solución con un alto potencial de óxido-reducción (POR), 1,053 mV, pH de 2.34, con un muy bajo contenido de cloro, 4.2 partes por millón (ppm), a 27.5°C, a la que se denomina agua fuertemente ácida. En el lado del electrodo negativo (ánodo) se obtiene una solución con un POR de -680 mV, pH 11.4 y 0 ppm de cloro. Para obtener una solución esterilizante neutra se probaron un gran número de mezclas, hasta que, con una dilución de 17.5 volúmenes de solución de

ácido fuerte con 12.5 volúmenes de solución alcalina, se logró un agua con pH de 6.95. Para neutralizar el cloro se agregó una muy pequeña cantidad de albúmina de origen bovino (125 μ l) a cada 10 L de la solución neutralizada.^{15,16}

El AES, por su alto potencial de oxidorreducción en la solución y altas concentraciones de oxígeno disuelto, tiene efecto bactericida. Este tipo de soluciones se ha usado, sobre todo como desinfectante, en equipos endoscópicos e instrumental de invasión mínima, así como para lavar y desinfectar equipos de hemodiálisis.¹⁷

Diferentes tipos de AES han sido objeto de múltiples estudios y revisiones como método de descontaminación de hortalizas, logrando eliminar *E. coli*, *Listeria*, *Salmonella*, *B. anthracis*, entre otras muchas cepas infecciosas.^{18,19} Recientemente, el gobierno japonés, a través de la ley de regulación para el mejoramiento del agua, permitió la utilización de AES para controlar las infecciones, incluso por *Pseudomonas aeruginosa* en las tuberías de agua corriente.²⁰

Las ventajas como esterilizante, hasta ahora conocidas, del AES, registrada en Europa como Sterilox[®], es su no toxicidad y su alta efectividad aun contra micobacterias, después de 5 minutos de exposición. Sin embargo, entre sus inconvenientes encontramos que debido a su alta inestabilidad es necesario producirla en el hospital donde se utilizará; se inactiva rápidamente ante la presencia de residuos proteicos y su vida útil es sólo de 24 horas. Por estas razones aún se está generando información en cuanto a su seguridad y eficacia.²¹

Hasta el momento su uso ha sido autorizado en forma limitada para la desinfección de equipo endoscópico y quirúrgico. Su mecanismo de acción se basa en el efecto que los iones de Na⁺, Cl⁻ y O₂ ejercen sobre la pared bacteriana, sobre la que producen desnaturalización de las proteínas, fragmentación de hidratos de carbono y lípidos, y en los virus alteración de cápsides, ADNAs y ARNs.²¹

En México, hace unos años, surgió en el comercio un producto cuyo genérico corresponde a agua electrolizada superoxidada con pH neutro, promocionado como esterilizante por inmersión y desinfectante de alto nivel. La compañía fabricante, que ha invertido mucho en alcanzar una gran penetración comercial, atribuye su mecanismo de acción a la presencia de "radicales libres de oxígeno e hidrógeno" disueltos en la solución.²² Sin embargo, hasta el momento no existe evidencia científica publicada en medios arbitrados de su mecanismo de acción, y su eficacia ha sido evaluada sólo ante "retos microbianos" y no en situaciones de prácticas hospitalarias.²²

Otro grupo tecnológico mexicano, desarrolló la Solución Esterilizante Electrolizada por Selectividad Iónica (SESI) y tiene intención de lanzarla al mercado. Dentro de sus características fisicoquímicas resalta un pH neutro, y un elevado potencial de óxido-reducción. Los fabricantes fundamentan su efecto en la existencia de iones activos, controlados y estables con actividad antimicrobiana de amplio espectro, que incluye bacterias, virus, hongos y esporas.²³ Esta solución se obtiene al someter agua tratada con características fisicoquímicas apropiadas, y solución saturada de cloruro de sodio de grado reactivo,

a un proceso de electrólisis controlada, bajo parámetros estrictos de voltaje y corriente para la obtención de iones. Los iones son seleccionados por medio de un proceso de electro-diálisis bipolar, con lo que se obtienen iones controlados y estables de forma selectiva, finalmente se realiza una concentración controlada de volúmenes obteniendo la neutralidad del pH.²³

El mecanismo de acción se atribuye a una oxidación en el enlace β 1-4 de los lipopolisacáridos, en los grupos sulfhidrilos (-SH) y aminoácidos de la pared bacteriana, con lo que se afecta el proceso de respiración y nutrición de los microorganismos, produciendo: oxidación de los componentes respiratorios, inhibición de la síntesis de proteínas y alteración en el metabolismo celular con disminución de la producción de fosfatos de alta energía ATP (adenosintrifosfato). A nivel viral produce alteración de la cápside, ADNAs y ARNs.²³ Debido a la concentración controlada de iones y a la estabilidad química lograda en este proceso, la SESI de pH neutro no es tóxica para las células eucarióticas.²³

El objetivo de este trabajo es comparar la efectividad como esterilizantes por inmersión de las soluciones de GA al 2%, SESI y AES, evaluada a través de la eliminación de microorganismos viables sobre instrumentos de cirugía endoscópica contaminados expofeso con gérmenes aislados de pacientes infectados en el medio hospitalario.

Material y métodos

Se integraron 12 grupos de instrumentos quirúrgicos desechables para cirugía laparoscópica, cada uno conformado por un instrumento de laparoscopia, –ya fuera pinza de sujeción, disector o tijera–, un segmento de 30 cm de manguera de Silastic y un trócar de plástico. Después de integrar los grupos, los instrumentos se lavaron y trataron a fin de eliminar cualquier residuo biológico, posteriormente se esterizaron en gas plasma. Este mismo tratamiento se aplicó a los recipientes de acero inoxidable grado médico, en las que se prepararon las soluciones contaminantes y a los recipientes plásticos en los que se realizó el proceso de esterilización por inmersión.

Cada una de las soluciones contaminantes se preparó en un recipiente independiente. A 4 L de solución salina estéril al 0.9%, se le agregó una cantidad suficiente de bacterias para lograr una concentración de 1×10^8 UFC/ml de solución. La concentración bacteriana se midió por espectrofotometría. Las cepas bacterianas fueron donadas por el Laboratorio Clínico del Centro de Especialidades Médicas del Estado de Veracruz. La corroboración de la cepa, el crecimiento (hasta lograr la fase logarítmica) y la preparación de la suspensión se realizaron en los Laboratorios Rivas de Xalapa, Veracruz. El origen de las cepas fue el siguiente: *E. coli* obtenido de un absceso abdominal; *P. aeruginosa*, de las mangueras de un respirador contaminado en la Unidad de Terapia Intensiva; *S. aureus*, resistente a la metilicina (SARM), y *C. albicans* obtenida del cultivo esofágico de un paciente VIH positivo.

Las soluciones esterilizantes se adquirieron en el comercio, a excepción de la SESI que se solicitó directamente a los fabricantes.

Para el proceso de contaminación se introdujo un grupo de instrumentos en cada una de las soluciones contaminantes por un lapso de 15 minutos y se verificó la impregnación bacteriana mediante muestras de cultivos al azar (seis instrumentos de cada charola). La selección de la muestra se determinó de manera arbitraria con la única intención de probar el efecto bactericida de cada solución, tal cual lo establece nuestro objetivo de estudio. Además se utilizó la *n* mínima requerida para las pruebas estadísticas propuestas con lo que la reducción del número de instrumentos ayudó a disminuir el volumen utilizado de cada solución y con ello reducir costos operativos.

De cada charola de solución contaminante, se pasó un grupo de instrumentos a cada uno de los tratamientos de esterilización, el traslado se hizo bajo condiciones de esterilidad, sin realizar ningún procedimiento de lavado o descontaminación. Este procedimiento se repitió en tres ocasiones, en la primera, se dio un tiempo de esterilización de 7.5 minutos; en el segundo procedimiento, los instrumentos se expusieron durante 10 minutos a la solución esterilizante correspondiente; y, en el último procedimiento, la exposición fue durante 15 minutos, que es el tiempo que recomiendan los fabricantes del GA 2% y SESI para lograr la esterilidad del material expuesto. Para cada una de las pruebas se utilizaron soluciones esterilizantes nuevas.

El muestreo se realizó de acuerdo al protocolo de Isenberg²⁴ para toma de cultivos en microbiología. Se tomaron 15 muestras de cada uno de los grupos de instrumentos por cada una de las soluciones de prueba. La toma de muestras se realizó con hisopos estériles humedecidos en un caldo de soya y tripticaseína + 0.5% de extracto de res, posteriormente los hisopos se sumergieron en extracto de res al 5%, cada tubo de la emulsión se agitó durante 30 segundos con el hisopo adentro. Finalmente, se transfirió una muestra de 0.5 ml del caldo emulsificado a una placa de agar-tripticaseína y se incubó durante 48 horas a 37°C. Considerando cultivo positivo cualquier crecimiento a partir de 1 UFC del germen con el que se contaminó.

De cada instrumento se tomaron cultivos del mango, de la varilla, de las zonas de sujeción, la cremallera y articulación de la pinza. Del trócar se muestreó la superficie interna y externa del tubo, del interior de la cámara de intercambio de instrumentos, de las válvulas de aire y de la zona de gomas de entrada y salida de instrumentos,

finalmente de la manguera se tomaron cultivos de la parte interna y externa.

Se realizaron pruebas estadísticas descriptivas y, finalmente, χ^2 para evaluar las diferencias en las proporciones entre los grupos.

Resultados

El resultado de los cultivos bacterianos obtenidos después de 7.5 minutos de exposición a las diferentes soluciones esterilizantes se muestran en el **cuadro I**. Se aprecia actividad antimicrobiana de todas las soluciones. Los cultivos del instrumental contaminado mostraron que *E. coli* creció en 20% de los instrumentos expuestos a GA al 2%, en 13% de los expuestos a SESI y en 47% de los expuestos a AES. Los instrumentos contaminados con *P. aeruginosa*, que fueron expuestos a GA al 2%, reportaron cultivos positivos en 20%, 30% de los expuestos a SESI y 60% de los expuestos a AES. Por su parte, los cultivos del instrumental contaminado con *SARM* y tratados con GA al 2% y AES no mostraron crecimiento, mientras que los tratados con SESI mostraron 13% positivos. Los cultivos para *C. albicans* reportaron crecimiento en 7% de los cultivos del instrumental tratado con GA al 2% y SESI, mientras que, en los tratados con AES, se encontró un crecimiento del 80%.

Los resultados de los cultivos obtenidos después de 10 minutos de exposición a los esterilizantes mostraron que los instrumentos contaminados con *E. coli* o con *SARM*, tratados con GA al 2%, no presentaron desarrollo, y solamente un cultivo positivo que corresponde al 7% de los contaminados con *P. aeruginosa* y *C. albicans*. En los instrumentos tratados con SESI los cultivos de *E. coli* y *SARM* también resultaron negativos. Sin embargo, *P. aeruginosa* creció en 13% de los cultivos y *C. albicans* en 7%. Para el grupo de instrumentos tratados con el esterilizante AES, se encontró crecimiento en el 47% de los cultivos para *E. coli*, 60% para *P. aeruginosa*, 80% para *C. albicans* y reporte negativo de los contaminados con *SARM*.

Los resultados de los cultivos del instrumental tratado durante 15 minutos, fueron analizados de acuerdo con su porcentaje de efectividad, es decir, al no existir crecimiento se establece el 100% de efectividad y de esta manera se observó que el SESI y el GA al 2%, inhibieron en un 100% el desarrollo de los microorganismos con los que fueron contaminados. En otras palabras se observó un 100% de efectividad, mientras que el grupo

Cuadro I.
Cultivos bacterianos obtenidos después de la inmersión durante 7.5 minutos del instrumental quirúrgico en cada una de las soluciones esterilizantes.

	<i>E. coli</i>		<i>P. aeruginosa</i>		SARM		<i>C. albicans</i>	
Solución:	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
GA al 2%	3	20	3	20	0	0	1	7
SESI	2	13	3	30	2	13	1	7
AES	7	47	9	60	0	0	12	80

n = número de cultivos

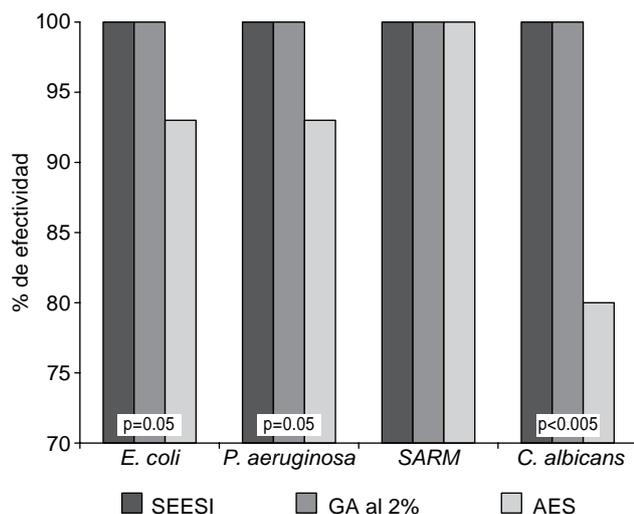


Fig. 1. Se muestra el porcentaje de efectividad para cada uno de los gérmenes, después de 15 minutos de inmersión del instrumental quirúrgico contaminado en cada una de las soluciones esterilizantes.

de instrumentos tratados con AES sólo alcanzó 93% de efectividad en los cultivos de *E. coli* y *P. aeruginosa* y 80%, en los contaminados con *C. albicans* (Figura 1).

Discusión

En este trabajo se demostró la efectividad de la SEESI y del GA al 2%, como esterilizantes por inmersión. Es importante recalcar que las condiciones de contaminación a las que se expuso el instrumental quirúrgico no son habituales; además, tampoco se realizó ningún procedimiento de preparación o asepsia del instrumental previo al proceso de esterilización, por lo que retar a las soluciones esterilizantes a estas condiciones "extremas" de contaminación con cepas bacterianas no atenuadas permite evaluar la capacidad y potencia bactericida de estas soluciones. Los resultados permiten también sugerir que la SEESI es igualmente efectiva que el GA al 2%, en procesos de esterilización por inmersión. A pesar de que el GA al 2% no es el estándar más usado para este fin, lo que lo convierte en el punto de comparación cuando se trata de evaluar la efectividad de cualquier otro producto.

También es importante enfatizar que, hasta el momento, no se han podido encontrar referencias indexadas que sustenten el mecanismo de acción del AES fabricada en México. Existen algunos reportes en su mayoría anecdóticos o en series de casos en que se reporta su uso como antiséptico, publicadas en memorias de congresos.²⁵ Tampoco existe evidencia sobre su eficacia como esterilizante por inmersión. En las condiciones en las que se realizó este estudio, los resultados mostraron que la actividad bacteriana en presencia de AES no se elimina, sólo se reduce. Por lo tanto, se puede afirmar que el AES no cumple con la definición de esterilización.

Por otra parte, en otro grupo de ensayos experimentales, la SEESI ha demostrado ser totalmente inocua

al contacto con células eucariotas, incluso cuando se exponen superficies mucosas o al endotelio peritoneal.²⁶ Esta característica le confiere una mayor seguridad laboral durante su uso hospitalario, ya que su manejo no requiere de medidas extremas para la seguridad ni de instalaciones especiales para su manejo.

En conclusión, los resultados obtenidos en este estudio sugieren que es posible recomendar el uso de SEESI como un esterilizante por inmersión aun en condiciones "extremas" de contaminación bacteriana, con las ventajas de alta efectividad, no toxicidad, y reducción de costos en el proceso de esterilización por inmersión.

Referencias

- Ruddy M, Kibbler CC. Endoscopic decontamination: an audit and practical review. *J Hosp Infect* 2002; 50: 261-268.
- Choen. *Infectious Disease*, 2nd ed., 2004 Elsevier pp 940-943.
- Mendell. *Principles and Practice of Infectious Disease*, 5th ed. 2000, Churchill Livingstone p 2995-2997.
- Rutala WA, Weber DJ. New disinfection and sterilization methods. *Emerg Infect Dis* 2001; 7: 348-353.
- Ayliffe G. Minimal Access Therapy Decontamination Working Group. Decontamination of minimally invasive surgical endoscopes and accessories. *J Hosp Infect* 2000; 45: 263-277.
- Cleaning and disinfection of equipment for gastrointestinal flexible endoscopy: interim recommendations of a Working Party of the British Society of Gastroenterology. *Gut* 1988; 29: 1134-1151.
- Cowan RE, Manning AP, Ayliffe GA, Axon AT, Gauston JS, Gripps NF, et al. Aldehyde disinfectants and health in endoscopy units. British Society of Gastroenterology Endoscopy Committee. *Gut* 1993; 34: 1641-1645.
- Cleaning and disinfection of equipment for gastrointestinal endoscopy. Report of a Working Party of the British Society of Gastroenterology Endoscopy Committee. *Gut* 1998; 42: 585-593.
- Holton J, Nye P, McDonald V. Efficacy of selected disinfectants against mycobacteria and cryptosporidia. *J Hosp. Infect* 1994; 27: 105-115.
- Health and Safety at Work HSE publications EH40/98.
- ASGE guidelines for clinical application. Establishment of Gastrointestinal Endoscopy Areas. American Society for Gastrointestinal Endoscopy. *Gastrointest Endosc* 1999; 50: 910-912.
- 29 CFR Part 1910, 1030, *Occupational Exposure to Bloodborne Pathogens: Final Rule*. Federal Register, December 6, 1991.
- Rutala WA, Weber DJ. Infection control: the role of disinfection and sterilization. *J Hosp Infect* 1999; 43 Suppl: S43-55.
- Joint Working Group of the Hospital Infection Society (HIS) and the Public Health Laboratory Service (PHLS). Rinse water for health labile endoscopy equipment. *J Hosp Infect* 2002; 51: 7-16.
- Kumon K. What is functional water? *Artif Organs* 1997; 21: 2-4.
- Morita C, Sano K, Morimatsu S, Kiura H, Goto T, Kohno T, et al. Disinfection potential of electrolyzed solution containing sodium chloride at low concentrations. *J Virol Methods* 2000; 85: 163-174.
- Tanaka N, Fujisawa T, Daimon T, Fujiwara K, Yamamoto M, Abe T. The cleaning and disinfecting of hemodialysis equipment using electrolyzed strong acid aqueous solution. *Artif Organs* 1999; 23: 303-309.
- Sharma RR, Demirci A. Treatment of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated alfalfa seeds and sprouts with electrolyzed oxidizing water. *Int J Food Microbiol* 2003; 86: 231-237.

19. Venkitanarayanan KS, Ezeike GO, Hung YC, Doyle MP. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on plastic kitchen cutting boards by electrolyzed oxidizing water. *J Food Prot* 1999; 62: 857-860.
20. Nakajima N, Nakano T, Harada F, Taniguchi H, Yokoyama I, Hirose J, et al. Evaluation of disinfective potential of reactivated free chlorine in pooled tap water by electrolysis. *J Microbiol Methods* 2004; 57: 163-173.
21. Selkon JB, Babb JR, Morris R. Evaluation of the antimicrobial activity of a new super-oxidized water, Sterilox, for the disinfection of endoscopes. *J Hops Infect* 1999; 41: 59-70.
22. *Ficha técnica*. Oculus Technologies of Mexico S.A. de C.V. 2003.
23. *Datos proporcionados por ProDInnv S.A de C.V.* Empresa fabricante de la Solución Esterilizante Electrolyzada por Selectividad Iónica.
24. *Clinical Microbiology Procedures Handbook*. H.D. Isenberg ed. American Society for Microbiology, Washington D.C, 1992.
25. Ojeda VGJ, Padilla-Mtz C, Rivera-De la Vega A. Manejo de heridas complicadas de espesor parcial con solución neutra superoxidada. *Cir Gen* 2005; 27: S155.
26. Nachón-García FJ, Díaz-Téllez J, Nachón-García MG. Tolerancia peritoneal a la solución de alta selectividad iónica con pH neutro en ratas macho Wistar. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana* 2005; 5: 15-19.