

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

# Análisis de costos en tres métodos de esterilización

<sup>1</sup>García-Ochoa María Sanjuana, <sup>2</sup>Contreras-Hernández Iris, <sup>3</sup>Mould-Quevedo Joaquín Federico

<sup>1</sup>Licenciada en Enfermería, UMAE Hospital de Traumatología y Ortopedia No. 21 Monterrey Nuevo León, <sup>2</sup>Maestra en Economía de la Salud, <sup>3</sup>Doctor en Economía, Unidad de Investigación en Economía de la Salud, Instituto Mexicano del Seguro Social, México D.F. México

## Resumen

### Palabras clave

- Solución de súper oxidación de Ph neutro
- Sistemas de esterilización
- Costos
- Costo-efectividad

**Introducción:** El retraso en las cirugías por falta de instrumental estéril genera altos costos de atención por lo que se requiere información de métodos eficientes de esterilización.

**Objetivo:** Identificar cuál es el método de esterilización más costo-efectivo entre la solución de súper oxidación de Ph neutro (M60), esterilización en Plasma de Peróxido de Hidrógeno y vapor saturado a presión en una unidad quirúrgica.

**Metodología:** Se realizó una evaluación económica completa de tipo costo-efectividad en un hospital de tercer nivel. El cálculo de los costos fijos incluyó el costo de la infraestructura para los tres métodos de esterilización; los costos variables se calcularon para cada ciclo de esterilización y fueron establecidos a través del monitoreo y registro de cargas, personal, material y consumibles de cada método; el costo total se obtuvo con la suma de costos fijos y variables. La medida de efectividad fue el porcentaje de equipos estériles obtenidos en cada método. Para establecer la diferencia entre los grupos se realizó análisis estadístico con una prueba de Chi cuadrada.

**Resultados:** El costo por carga promedio de esterilización con vapor fue de \$1,049 pesos, con plasma de \$6,710.88 pesos y con M60 de \$87.50 pesos. El método de plasma obtuvo 95% de equipos estériles, por vapor 95% y por M60 100%. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la efectividad.

**Conclusiones:** Al no encontrar diferencias en las efectividades, se concluye en un análisis de minimización de costos donde el método de menor costo fue el M60.

## Summary

### Cost analysis on three sterilization methods

**Introduction:** Delay of surgeries due to lack of sterilized instruments, generates high costs of medical services; therefore it is necessary to establish information regarding efficient methods of sterilization.

**Objective:** To identify the best cost-effective method among 3 different systems: superoxidation of neutral Ph method (M60), plasma of peroxide hydrogen method, and pressure, saturated steam method, in a surgical unit.

**Methodology:** A complete economic evaluation of cost-effectiveness type was done in a hospital of third level. First, a quote of fixed costs included: infrastructure costs for three different methods of sterilization. Secondly, the variable costs were calculated for each cycle of sterilization and were established through monitoring and recording the number of loads, staff, materials, and supplies for each method. Finally, the total cost was equal to the addition of fixed and variable costs. The measurement of effectiveness was the percentage of sterilized equipment by each method. To establish the difference among the groups, a statistic analysis was done through the Square Chi method.

**Results:** The average costs for each load through steam sterilization was \$1,049.00 Mexican pesos; with plasma was \$6,710.88 Mexican pesos, and with M60 of \$87.50 Mexican pesos. The plasma method obtained 95% of sterilized equipments, steam 95%, and M60 100%. None significant statistic difference for effectiveness was found.

**Conclusion:** As no effectiveness differences were found, the analysis of minimized costs was concluded that the method M60 showed to be the less expensive.

### Key words

- Solution of super oxidation of neutral Ph
- Sterilization systems
- Costs
- Cost-effectiveness

### Correspondencia:

María Sanjuana García Ochoa

Emiliano Zapata 3921 Col. Venustiano Carranza CP 64560 Teléfono (81) 8355 4123

Monterrey, Nuevo León. México. Dirección electrónica: msgo21@hotmail.com

## Introducción

La necesidad de equipos quirúrgicos estériles se estableció con la propuesta de Lister<sup>1</sup> en 1865, a la fecha se han generado una serie de tecnologías con este propósito que van desde el fenol hasta la esterilización en frío. En el Siglo XX se ha observado un mayor progreso en el desarrollo de nuevas tecnologías para la esterilización obteniendo métodos más eficientes. Clásicamente se ha considerado al método de autoclave de vapor como el más efectivo, económico y rápido; tiene la ventaja de producir una elevación de temperatura en forma rápida, con cortos tiempos de esterilización y no deja residuos tóxicos en el material.<sup>2</sup> El Peróxido de Hidrógeno es un esterilizante gaseoso no tóxico cuyos residuos son oxígeno y agua, actúa eficazmente a temperaturas de 50°C con tiempos completos inferiores a los 60 minutos y con una humedad relativa de 40%. Una ventaja de este método es que se puede esterilizar instrumental sensible a la humedad, equipos electrónicos, material cortante, instrumentos delicados, e incluso cargas de diferentes productos (vidrio, metal, plásticos), con la excepción de elementos fabricados de celulosa, talco, líquidos y artículos que tienen lumen largo y extremo ciego, un inconveniente de esta tecnología es el alto costo del equipo y consumibles.<sup>2-3</sup> En relación a los métodos de esterilización en frío un estudio hecho por Nelson para la descontaminación de endoscopios, utilizó agua neutral electrolizada que demostró la capacidad de esa solución para reducir el tiempo, la toxicidad y el costo del proceso de esterilización.<sup>4</sup> Por otro lado, la solución de súper oxidación de Ph neutro (M60) es una solución esterilizante y antiséptica con amplio espectro la cual se obtiene a través de un proceso electrolítico completo de una solución de cloruro de sodio y agua, generando una solución súper oxidada de grado médico. En materia de descontamina-

ción y esterilización en frío el manejo de esta nueva solución para la esterilización ha brindado excelentes resultados en Estados Unidos, Japón y varios países de Europa.<sup>5-8</sup>

En el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en unidades de tercer nivel de atención, los dos métodos de esterilización más utilizados son el vapor saturado y el plasma de peróxido de hidrógeno. En el Hospital de Traumatología y Ortopedia (HTO) No. 21 del IMSS en Monterrey Nuevo León, en años recientes se ha observado un retraso y suspensión de cirugías por falta de instrumental quirúrgico estéril, motivado por continuas fallas en el autoclave de vapor y las limitaciones para la utilización del autoclave de plasma.

Nuevas tecnologías muestran que la esterilización en frío tiene como ventaja sobre los que utilizan calor, un menor tiempo durante el proceso, lo que permite tener de manera oportuna equipo estéril. El M60 es una solución desinfectante, sanitizante y esterilizante;<sup>9-11</sup> que se ha utilizado en curaciones bajo anestesia en pacientes con quemaduras graves, observándose buenos resultados, también se ha empleado en la realización de aseos exhaustivos y desinfección de áreas quirúrgicas con similares resultados.

En un ámbito de recursos limitados, es importante contar con información que permita la utilización de éstos, de manera eficiente. La posibilidad de contar con métodos de esterilización más eficientes podrá permitir disponer de equipos estériles de manera oportuna. Será necesario por lo tanto hacer una evaluación en términos de los resultados esperados por una nueva tecnología y asimismo del costo de su adquisición e implementación.

El objetivo del trabajo fue identificar cuál método de esterilización es el más costo-efectivo entre la solución de súper oxidación de Ph neutro (M60), esterilización en plasma de peróxido de hidrógeno y vapor saturado a presión de una unidad quirúrgica.

## Metodología

Se realizó un estudio de evaluación económica completa de tipo costo-efectividad en el HTO 21 de Monterrey, Nuevo León.

### Efectividad

La medida de efectividad utilizada dentro de la investigación fue el porcentaje de equipos estériles en cada método. Se tomaron 20 equipos (n=20) del instrumental existente en quirófano (N=173) que por sus características y dimensiones pudiesen ser sometidos a los tres métodos de esterilización (100 Lt cap. cámara) realizando toma de cultivo al término de cada proceso de esterilización. Los equipos quirúrgicos seleccionados fueron tomados después de haber sido utilizados, se les realizó un lavado mecánico con agua y jabón para eliminar la presencia de materia orgánica y grasa, posteriormente se efectuó el proceso de envoltura o sellado, los equipos fueron esterilizados con cada uno de los métodos de esterilización y al término del proceso se realizó la toma de cultivo por medio de técnica de arrastre con hisopo, el cual fue colocado en medio de cultivo para ser transportado al laboratorio clínico para su siembra en caja de petri con agar-sangre. El resultado positivo del cultivo se consideró como equipo no estéril y el negativo como estéril. Los criterios de positividad fueron establecidos bajo los criterios del laboratorio clínico de la unidad donde se llevó a cabo el estudio. El análisis estadístico se realizó con prueba de Chi cuadrada.

### Costos

Para el cálculo del costo en cada uno de los métodos de esterilización en comparación, se utilizó la clasificación de costos fijos y variables.

El cálculo de los costos fijos incluyó el costo de la infraestructura, gasto en obra civil, mobiliario y equipo médi-

co; para la estimación del costo correspondiente al equipo médico y mobiliario se les incluyó la depreciación y gasto de mantenimiento correspondientes.

Para los autoclaves se utilizó una depreciación lineal de 15 años, ajustada con un valor de rescate de 20% del costo valor de adquisición. Por lo que se consideró 80% del precio de adquisición del equipo durante su vida útil. Para el instrumental quirúrgico se empleó la misma metodología, asumiendo que el periodo de depreciación fue de cinco años.

El gasto anual de mantenimiento reportado por el área de conservación y servicios generales del hospital se prorrateo para el periodo de estudio y entre el número de procesos realizados.

Dentro de la clasificación de los costos variables incluimos el costo de personal, insumos o material y recursos utilizado.

Para el cálculo de costos variables se llevaron a cabo las siguientes estrategias: para el caso de personal de enfermería, se realizó un estudio de sombra para identificar los tiempos y movimientos de cada área en cada uno de los procedimientos de esterilización (el cual adicionalmente sirvió para validar el cumplimiento de las acciones relacionadas con cada proceso de esterilización).

Para la estimación de costos de personal, se utilizaron los salarios mensuales sin prestaciones y se prorratearon de acuerdo al número de cargas realizadas por el mismo, dicha estrategia de prorrateo se aplicó al personal de enfermería y al personal de mantenimiento que se encuentra asignado al área quirúrgica. Con ello se obtuvieron los costos de personal unitario por carga.

Posteriormente se realizó un monitoreo directo durante cada una de las etapas del proceso de esterilización, para verificar que los procesos de esterilización incluyeran únicamente las mediciones correspondiente a los equipos previamente identificados para el estudio.

La metodología utilizada para el costo de material (campos sencillo y doble, etc) y consumibles de cada método (cartucho de plasma de peróxido de hidrógeno, cinta testigo, sábana de polipropileno, bolsas para esterilización en plasma y de grado médico para vapor, electricidad, vapor, etc) fue mediante la técnica de microcosteo por medio de las listas de consumibles y material de cuadro básico del IMSS y los precios unitarios uniformes de cada uno de ellos, posteriormente se obtuvo el precio por unidad de material y consumible.

También se realizó monitorización de la utilización de recursos registrando detalladamente en el instrumento de recolección de datos el número de cargas o procesos de esterilización, cantidades de equipos y material para envoltura, sellado y esterilización obtenidos, y fueron delimitados según el método de esterilización; asimismo para cada uno de los procesos se construyó una matriz para relacionar el costo de insumos con la vida útil y el número de cargas.

El costo total de cada uno de los procesos de esterilización se obtuvo con la suma de costos fijos y variables; para conocer el gasto correspondiente a combustibles, gases y electricidad se obtuvo la información de las Jefaturas/Áreas/Dirección de Planeación y Finanzas, Conservación y Servicios Generales del HTO 21. Todos los costos se encuentran en pesos mexicanos del año 2004. Los datos de compras realizadas en el periodo de estudio para los insumos y material se obtuvieron

de los listados de compras a proveedores realizadas por el IMSS durante los años 2003 y 2004, los cuales fueron proporcionados también por el almacén del hospital.

## Resultados

Los cultivos obtenidos de los equipos sometidos a cada uno de los métodos de esterilización, fueron negativos en 95% los que se esterilizaron mediante autoclave de plasma y de vapor y para el M60 100%, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $X^2=1.03$   $p=0.59$ ). En los equipos esterilizados con autoclave de vapor y de plasma se reportó un cultivo positivo en cada uno, el germen aislado para ambos fue el *staphylococcus coagulasa* negativo.

Los costos promedio por proceso de esterilización con autoclave de plasma de peróxido de hidrógeno fue de \$6,710.88 pesos, con el autoclave de vapor saturado a presión \$1,049 pesos y con M60 de \$87.50 pesos, las diferencias fueron estadísticamente significativas ( $p<0.005$ ) (cuadro I).

Desde el punto de vista costo por el método de esterilización de vapor y M60 se comportan de manera inversa al método de plasma. A mayor número de cargas en plasma el costo es mayor porque en cada carga se consumen insumos a diferencia de lo que sucede con vapor y M60, donde existen insumos reutilizables lo que abate de manera importante el costo (cuadro II).

Cuadro I. Determinación de costos promedio, totales y efectividad de los tres métodos de esterilización. (Pesos mexicanos)

	Plasma	Vapor saturado	M60	P
Costo total	\$67,108.89	\$10,491.92	\$1,750.00	<0.005
Costo promedio	\$6,710.88 ± 2,312.49	\$1,049.00 ± 223.83	\$87.50	
Efectividades	95%	95%	100%	0.59

n = 20

Cuadro II. Determinación de costos totales de consumibles en los tres métodos de esterilización. (Pesos mexicanos)

Consumible	Plasma	Vaporsaturado	M60
Cinta testigo	\$827.84	\$537.51	--
Cartucho para plasma caja/5	\$29,172.01	--	--
Bolsas para plasma Tivek Millar diferentes medidas	\$5,487.62	--	--
Sábana de polipropileno	\$3,773.00	--	--
Bolsa de grado médico No 12	--	\$972.82	--
Solución de súper oxidación de Ph neutro envase con 5 litros	--	--	\$1,750.00

## Discusión

Partiendo del supuesto de que los procedimientos de esterilización en los tres métodos están realizados con calidad suficiente y al no encontrar diferencias estadísticamente significativas, se considera que los tres métodos son equivalentes en la medida de efectividad, es decir, tienen la misma capacidad para esterilizar el instrumental quirúrgico; datos que son consistentes con lo mostrado en la literatura.<sup>1,2,12,13</sup>

En el análisis de minimización de costos se observó gran diferencia entre los métodos ya que la diferencia del costo promedio entre el autoclave de plasma y el de vapor es de \$5,661.00 pesos y entre el autoclave de plasma y M60 de \$6,623.38 pesos.

El método de vapor a pesar de ser redituable, el uso excesivo y mantenimiento deficiente provoca que el procedimiento con el tiempo se vuelva ineficiente, en el caso de unidades médicas donde se cuenta con equipo para la esterilización con autoclave de plasma es fácil empezar a sustituir la utilización del equipo de vapor por este último, lo que a mediano o largo plazo causa un incremento en el gasto asociado a los procedimientos de esterilización para la unidad.

Con M60 se obtuvieron tiempos cortos de esterilización y bajos costos ya que por las características de este sistema sólo se necesita de un contenedor para la solución y el recurso de la enfermera circulante, además por tener una vida útil de siete días se considera que este costo pudiera ser menor.

En la mayoría de las unidades médicas de tercer nivel del IMSS existe la infraestructura necesaria para la esterilización con métodos de autoclave de vapor y plasma, los cuales se utilizan de acuerdo a las necesidades de cada unidad. Los procesos de esterilización deben organizarse en función de la demanda de equipos estériles y del nivel de eficiencia de la tecnología disponible en términos de su capacidad, mantenimiento y tiempo de vida útil. Por lo que M60 se convierte en una alternativa de esterilización en frío para agilizar el proceso de esterilización de instrumental quirúrgico, ante posibles fallas de las otras tecnologías. Con ello se pueden generar guías de decisión de los procesos de esterilización en función de las necesidades y posibles contingencias en cada unidad.

En un ámbito de recursos limitados es de vital importancia que las instituciones de salud constantemente estén a la búsqueda de nuevas tecnologías que

les permitan disminuir los costos por atención médica, asimismo que se obtengan mejores resultados puesto que uno de los objetivos primordiales es brindar la atención con oportunidad y calidad, de esta forma la posibilidad de contar con un método de esterilización en frío, permitirá abatir costos por fallas en los otros procedimientos y obtener equipos estériles con buena calidad y de manera oportuna.<sup>14</sup>

La propuesta es que puede ser conveniente hacer uso simultáneo y adecuado de estos tres métodos de esterilización; teniendo en cuenta la necesidad de contar con un equipo de vapor en constante mantenimiento preventivo y con la capacitación continua del personal para garantizar que los métodos se realicen con los estándares de calidad definidos para ello y dejar como una buena opción de sustitución de esterilización ante contingencias al M60.

El estudio tuvo debilidades; primero se asumió que los procedimientos de esterilización por los tres métodos se realizaban en la unidad médica con los estándares internacionales para ello, sin que se probaran en el personal que lo realizaba, lo cual puede no corresponder a la realidad ya que puede existir rotación de personal y/o la necesidad de capacitación del mismo. Por otro lado las mediciones únicamente se realizaron en una unidad de tercer nivel de atención por lo que los resultados podrán ser extrapolados a otras unidades con las mismas características, probablemente la problemática y sobre todo los costos sean diferentes en unidades de primero y segundo nivel, sin dejar de lado que la esterilización en frío puede ser también una alternativa para este tipo de unidades pero deberá probarse la propuesta.

Finalmente se considera que los resultados obtenidos podrán ser utilizados para los tomadores de decisiones como una herramienta más para evaluar la asignación de presupuesto y organización de los procedimientos de esterilización.


## Agradecimientos

A las autoridades y Dirección de Enfermería de la UMAE Hospital de Traumatología y Ortopedia No. 21  
 Al personal de quirófano y en especial a la Enf. Quirúrgica Julieta Romero.  
 A la Dra. Vita Libreros Bango, Lic. Teresa Apresa García, y Lic. Claudine Palazuelos Lacaille

---

**Referencias bibliográficas**


---

1. Rojas A. Principios de Desinfección y Esterilización. [En línea]. <http://www.enfermeriaperu.com/mistrabajos/prindesinfeccion.htm>. [Consultado 27/06/2004]
2. Romero M, Castro A, Fernández M, Varela N, Martínez F, Isasi C. Tendencias presentes y futuras en esterilización y descontaminación en centros sanitarios. [En línea]. <http://www.uclm.es/ab/enfermeria/revista/numero%204/esterilizacion4.htm>. [Consultado 27/06/2004].
3. Gerthy. Apuntes de Enfermería. [En línea]. <http://www.gerthy.galeon.com>. [Consultado 27/06/2004].
4. Nelson D. Newer technologies for endoscope disinfection: electrolyzed acid water and disposable-component endoscope systems. *Gastrointest Endosc Clin N Am.* 2000; 10(2):319-28.
5. Yahagi N, Kono M, Kitahara M, Ohmura A, Sumita O, Hashimoto T, Hori K, Ning-Juan C, Woodson P, Kubota S, Murakami A, Takamoto S. Effect of electrolyzed water on wound healing. 2000; *Artif Organs.* 24(12):984-7.
6. Nelson D. Newer technologies for endoscope disinfection: electrolyzed acid water and disposable-component endoscope systems. *Gastrointest Endosc Clin N Am.* 2000; 10(2): 319-28.
7. Inoue Y, Endo S, Kondo K, Ito H, Omori H, Saito K, Trial of electrolyzed strong acid aqueous solution lavage in the treatment of peritonitis and intraperitoneal abscess. 1997; *Artif Organs.* 21(1):28-31.
8. Horita Y, Miyazaki M, Noguchi M, Tadokoro M, Taura K, Ozono Y, Kohno S. Healing of Fournier's gangrene of the scrotum in a haemodialysis patient after conservative therapy alone. *Nephrol Dial Transplant* 2000; 15(3):419-21.
9. Solución Microcyn60, esterilizante y antiséptica (JPMIC). [En línea]. <http://www.nafarrete.com.mx/cat/ejpmic100.html>. [Consultado 28/06/2004]
10. Centro de control total de calidades, S. A. de C. V. Informe de resultados de ensayos formato MPA-F027A-00-0 Ref. 1364-2003 02 diciembre, 2003.
11. Centro Nacional de Rehabilitación. Evaluación de actividad antimicrobiana Unidad Terapia Celular 280104/jog/AAG Secretaria de Salud. México, D. F. 28 enero 2004.
12. Sistema de Esterilización por plasma de peróxido de hidrógeno "Sterrad". [En línea]. <http://www.enfermeras.pabellonyesterilizacion.cl>. [Consultado 27/06/2004].
13. M Borneff-Lipp. Testing of a new Technical version (Sterrad 100S) of the low temperature plasma sterilization system. *Zentralsterilization* 1998; 6:113-121.
14. Prada G. Aplicaciones de la epidemiología y la evaluación económica de desenlaces en la gestión hospitalaria. En: Malagón L, Galán M, Pontón L. Administración Hospitalaria. México: Panamericana, 2002, pp. 67. 

# "Premio Lucía Salcido"

Lucía Salcido

El Consejo de Salubridad General por cuarto año consecutivo otorgó "El premio Auxiliar de Enfermería Lucía Salcido" como reconocimiento al mejoramiento de la salud del pueblo de México, al Programa IMSS Oportunidades; en esta ocasión la premiada fue Leonor García Galicia Auxiliar del Área Médica adscrita a la Delegación Puebla.

## ■ Leonor García Galicia



Nació el 1 de julio de 1963, originaria de Almolonga Tepexi de Rodríguez Puebla, ubicada en la Mixteca Baja y Alta Occidental del municipio, a 105 Km de la ciudad de Puebla.

Ocupó el sexto lugar de una familia de diez hermanos, su madre mujer indígena popoloca, dedicada a las labores del hogar y a tejer palma, su padre de oficio carpintero, integrante de una banda de música de viento, quienes a pesar de las limitantes de aquél tiempo, la cuidaron con cariño y dedicación; creció entre sarampión, diarreas y desnutrición. Llegó a la edad escolar con secuelas de desnutrición.

En 1975 concluyó la educación primaria y como "en casa las mujeres no debían estudiar", su padre decidió que no iría a la secundaria porque la escuela se encontraba a una hora de distancia y ésto generaba un gasto mayor.

La apertura de una clínica IMSS-Coplamar en 1980 le dio la oportunidad de aprender primeros auxilios, de esa manera ingresó como promotora social voluntaria, posteriormente la contrataron como Auxiliar de Área Médica para trabajar sábado y domingo, en una clínica ubicada a tres horas de su pueblo.

A los 20 años concluyó la secundaria. Realizó un primer intento para estudiar la carrera técnica de Enfermería —la distancia era el mayor obstáculo— ya que se trasladaba a la escuela los lunes a las dos de la madrugada y regresaba el viernes en la tarde para acudir al trabajo. Después de dos semestres se dio de baja, pensó en pedir permiso en el Instituto para regresar a la escuela, pero al personal de sustitución no se le otorgan permisos.

Su participación como voluntaria le permitió dar Consejería en Planificación Familiar, orientación sobre el manejo de diarreas y signos de deshidratación en el hogar, tratamientos antiparasitarios y vigilancia de los esquemas de vacunación.

Contrajo nupcias en 1987 y continuó sus funciones de promotora de la salud, sin horario.

Siempre interesada por su comunidad, fue elemento clave para la construcción de la carretera de Almolonga en 1990, del drenaje en 1993 y la instalación de la telefonía rural.