

Enfermedades Infecciosas y Microbiología

Volumen
Volume 22

Número
Number 1

Enero-Marzo
January-March 2002

Artículo:

Nuevo sistema de desinfección de alto nivel por vapor fluente a baja temperatura

Derechos reservados, Copyright © 2002:
Asociación Mexicana de Infectología y Microbiología Clínica, AC

Otras secciones de este sitio:

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

Others sections in this web site:

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



Medigraphic.com

Nuevo sistema de desinfección de alto nivel por vapor fluente a baja temperatura

EMMA SUÁREZ DEL CASTILLO,* ALFREDO RABAZA PÉREZ,** GENOVEVO DÍAZ ALFONSO**

RESUMEN

Introducción. La industria ha elevado la producción de desinfectantes químicos, cada vez más sofisticados, costosos y tóxicos, mientras que por otro lado se fabrican materiales gastables y termolábiles, por lo que renace el concepto de desinfección física por calor con diferentes métodos, a través de novedosos caminos en el orden tecnológico, para salvar así problemas incosteables. **Objetivo.** Determinar la eficiencia antimicrobiana del método de desinfección por vapor fluente a bajas temperaturas (73°C -10 min y 60°C -30 min), para algunos materiales termolábiles de uso semicrítico hospitalario. **Material y métodos.** Para cada objeto-muestra se realizaron 30 bioensayos con diseño antes-después, en relación a la contaminación con cepas microbianas de referencia y flora normal de pacientes hospitalizados. Se efectuaron 3 réplicas sucesivas por cada objeto y tipo de contaminación con las variantes: sólo una envoltura de papel Kraft (V1), una envoltura mixta de papel y plástico (V2), sin envolver (desnudo) (V3), además del objeto control. Se llevaron a cabo las determinaciones de cada experimento después de estabilizados los procesos, previo estudio piloto que determinó el régimen de trabajo definitivo del equipo. **Resultados.** Para los 18 objetos ensayados en sus tres variantes de envoltura, contaminados con diversas cepas bacterianas, los resultados de la actividad antimicrobiana del método VFBT, fueron absolutos a favor del mismo, al no encontrarse crecimiento bacteriano. Con respecto a las características del material antes y después del proceso VFBT, en todos los casos no existieron cambios de coloración, flexibilidad, dureza o integridad, en la configuración de los objetos. En cuanto a costo, el método VFBT demuestra ser mucho más económico que los desinfectantes químicos. **Discusión.** La eficiencia relativa a costos, tiempos empleados y daño del material, se inclinó a favor del método propuesto, aplicable a todas las autoclaves del mismo tipo, previa mejora tecnológica desarrollada especialmente para estos propósitos.

Palabras clave: esterilización, vapor fluente, baja temperatura.

ABSTRACT

Introduction. Industries have increased the production of chemical disinfectants while making them more sophisticated, expensive and toxic. On the other hand, expendable materials and temperature sensitive items have also been manufactured. The new fashion is to return to the previous concept of physical disinfection using heat based on several methods through new technological ways in order to avoid high costs. **Objective.** Determine the antimicrobial efficiency of the vapor flow disinfection method at low temperatures (73°C for 10 minutes and 60°C for 30 minutes) for certain temperature sensitive materials of semicritical hospital use. **Material and methods.** For each sample object, 30 bioassays were conducted using a "before and after" design, in relation to contamination with reference microbial strains and normal flora from hospitalized patients. Three successive replicas for each object and contamination types with the variants were carried out: using Kraft wrapping paper (V1), mixed wrapping using paper and plastic (V2), no wrapping (naked) (V3), in addition to the control object. The tests were conducted for each experiment after the processes were stabilized, following a previous pilot study that would determine the definite work scheme of the equipment. **Results.** For the 18 objects assayed using the three wrapping variants, contaminated with several bacterial strains, the results concerning microbial activity using the VFBT method were absolutely in favor, finding no bacterial growth. With respect to the characteristics of the before and after VFBT process, in all cases no changes were observed in color, flexibility, hardness or integrity with respect to the object's configuration. In relation to cost, the VFBT method is less expensive than chemical disinfectants. **Discussion.** The relative efficiency concerning costs, time employed and material damage favored the method proposed, applicable to all the autoclaves of the same type, with previous technological improvement developed especially for these purposes.

Key words: sterilization, vapor flow, low temperature.

INTRODUCCIÓN

Si se considera que a principios de siglo Semmelweiss y Nightingale hicieron notorios descubrimientos en la antisepsia, obteniendo altísimas reducciones de la morbilidad y mortalidad por infecciones hospitalarias, además de que Lister y Pasteur introdujeron los sistemas de

* Jefa del Laboratorio de Control de Infecciones Hospitalarias. Hospital Pediátrico Docente "William Soler".
** Taller Provincial de Esterilización y Mecánica.

Correspondencia: Dra. Emma Suárez del Castillo. Taller Provincial de Esterilización y Mecánica. Hospital Pediátrico Docente "William Soler". Av. San Francisco y Perla Boyeros, Ciudad de La Habana C.P. 10800 FAX 335 - 414 Cuba.

desinfección de primera generación, permitiendo el avance científico técnico de industrias y hospitales, conocemos, que a pesar de los logros alcanzados para ambas disciplinas, como son el uso de productos químicos caros y sofisticados, así como resultados biotecnológicos de resistencia microbiana mediada por plásmidos, se puede observar que no se ha logrado una reducción significativa de las infecciones hospitalarias por concepto de productos químicos.^{1,3}

Si profundizamos en la problemática actual y los precedentes históricos, aparece la común paradoja de toda actividad humana que contrapone el pensamiento ultramoderno y el ultraconservador. En el orden de la antisepsia, numerosos estudios comprueban que a pesar de las mejores técnicas de lavado de manos, de los programas de vigilancia y control y de los carísimos productos, hoy en día más del 70% de los profesionales de la salud no se lavan bien las manos y es ésta la primera causa de infección en los hospitales, como en la época de Semmelweiss.^{1,4-6}

En el orden de la desinfección por ejemplo, quedó el método de la pasteurización, relegado al tratamiento de alimentos a pesar de que teóricamente siempre se ha invocado como la primera opción de desinfección de alto nivel en los hospitales, por encima en resultados económicos, de seguridad y de pocos efectos secundarios indeseables frente a los productos químicos desinfectantes.^{6,9}

Fue el hombre y la industria incrementando la fabricación y uso de productos químicos, cada vez más sofisticados, costosos y tóxicos, fabricando materiales gaseables y termolábiles, por lo que renace el concepto de desinfección física por calor con diferentes métodos, debido a la necesidad imperiosa del hombre de encontrar soluciones en viejas fuentes en el orden conceptual y por novedosos caminos en el orden tecnológico, para salvar así problemas insolubles, por incosteadables.^{6,9}

Se trata pues de reutilizar el material termolábil semicrítico en el hospital, certificado en ocasiones como de uso único, con lo que el fabricante hace hincapié en las pocas posibilidades que tiene el usuario de recuperar dicho material, mediante un método de desinfección distinto al realizado a través de productos químicos en solución o gaseosos que son, en el mejor de los casos muy eficaces pero muy poco eficientes.

El método que se propone en el presente trabajo satisface no sólo la demanda de eficacia del tratamiento antimicrobiano sino que además ofrece la posibilidad de tratar material de riesgo y uso semicrítico, termolábil y envuelto, mediante calor húmedo con sólo modificar equipos ya existentes en los hospitales, con lo que se incrementa considerablemente la utilidad de los mismos.

Principios del método de desinfección por vapor a baja temperatura: desarrollado en 1961 por Alder y Gillespie,⁶ plantea desinfectar materiales mediante vapor de agua generado a presión subatmosférica (LTS), basado en el principio de que la energía liberada por el vapor en su condensación se transfiere más eficientemente, destruyéndose los microorganismos con mayor facilidad que si fueran tratados por inmersión en agua a igual temperatura.

Características del método de Alder y Gillespie: consta de cuatro fases o estados que son los siguientes:

- Estado 1 - Extracción forzada del aire de la cámara para facilitar la penetración del vapor con un poder de evacuación no menor de 19 mb.
- Estado 2 - Entrada de vapor en la cámara hasta establecer $73^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 10 - 15 min para la desinfección.
- Estado 3 - Extracción forzada de vapor con un poder de evacuación no menor de 750 mb para secar el material.
- Estado 4 - Igualación de presiones mediante aire filtrado.

Un sistema más actual normado por la British Standards Institution,¹⁰ opera entre -1 y 0.2 bar utilizando vapor de agua saturado obtenido a 350 mb y 73°C aproximadamente, para la desinfección durante 10 min resultando algo más complejo tecnológicamente.

Otra posibilidad impuesta por diseño en los equipos Sakura FY-100 de fabricación japonesa, trabaja a temperatura próxima a 100°C con una técnica de vapor fluente que utiliza vapor saturado obtenido a temperaturas superiores a 100°C . Este sistema posee una relación suministro-escape de 1:4 con lo que la presión alcanza valores de 0.1 - 0.2 bar y mediante la acción de un regulador estabiliza la temperatura de trabajo. De-

bido a que no incorpora sistema de secado su uso es muy limitado.

El método de pasteurización planteado por la firma Portex Ltd, de Inglaterra y Roberts y colaboradores¹¹ plantea tratar por inmersión en agua destilada a 80°C durante 15 min, pero esto ocasionaba deformación en materiales termolábiles.

Douglas y colaboradores¹² determinaron pasteurizar a 75°C durante 10 min con un secado posterior mediante aire filtrado durante 45 min.

Conocida teóricamente la efectividad de estos métodos y la técnica de un ciclo completo de desinfección, se determinó en el presente estudio, tomar de los métodos ya comentados los aspectos más positivos y factibles para lograr un proceso superior y más acorde con nuestras características.

De acuerdo a lo anterior los objetivos al realizar este estudio fueron los siguientes:

1. Determinar la eficacia antimicrobiana del método de vapor fluente a baja temperatura (VFBT) en algunos materiales termolábiles de uso semicrítico en el hospital.
2. Definir por inspección si hubo o no, daño del material tratado.
3. Demostrar la aplicabilidad del método a las autoclaves sin generación propia y de alta velocidad, previa mejora tecnológica de las mismas.
4. Comparar la eficiencia del método propuesto con otros métodos químicos de uso actual, en el orden de costo aproximado y tiempos consumidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Definición de términos

Desinfección: proceso que elimina muchos o todos los microorganismos patógenos en objetos inanimados, pero no necesariamente destruye a las esporas bacterianas. Es relativo a objetos que no se apliquen a tejidos estériles, incluyendo el sistema vascular. Esto se consigue generalmente mediante procesos físicos o químicos en marcos de atención a la salud.

La eficacia del proceso depende de la limpieza previa de los objetos, sustancia y configuración de los mismos, del tipo y nivel de contaminación microbiana, pre-

sencia de sustancias interferentes, concentración del pH, tiempo de acción de los diferentes productos químicos, de la temperatura y humedad de los procesos físicos.^{7,13}

Desinfección de alto nivel: proceso que elimina a todos los microorganismos salvo posiblemente algunas esporas bacterianas cuando existen alto número de ellas. Es aplicado en los hospitales, al material semicrítico.¹⁴

Material semicrítico: objetos que entran en contacto con las membranas mucosas o con la piel que no está intacta. Las membranas mucosas intactas son generalmente resistentes a la infección por esporas bacterianas comunes.⁸

Material termolábil: artículos que se deterioran por encima de 65°C/80°C.⁷⁻¹⁰

Vapor fluente a baja temperatura (VFBT): proceso que se verifica con flujo de vapor en estado no estacionario y sometido a condiciones inferiores a las de temperatura y presión normal.^{1,10}

Vacio fraccionario: proceso que alterna vacío y recuperación de valores bajos de vacío, de forma consecutiva en un intervalo de tiempo predeterminado.^{15,16}

Vacio constante: proceso que se verifica a un nivel de vacío predeterminado y estable durante todo el tiempo que dura dicho proceso.^{15,16}

Determinación del universo y la muestra

Universo:

- Las autoclaves de alta presión, alta temperatura y alta velocidad sin generación propia de vapor.
- Todos los materiales termolábiles de uso semicrítico hospitalario.

Muestra:

- Autoclave de alta velocidad sin generación propia de la central de esterilización del Hospital Pediátrico Docente “William Soler”.
- Dieciocho tipos de objetos de diferentes usos y riesgo semicrítico hospitalario con distintos grados de termolabilidad.

Diseño del muestreo

Para cada objeto-muestra se realizaron 30 bioensayos con diseño antes-después relativo a contaminación con cepas microbianas de referencia y flora normal de pacientes hospitalizados. Se efectuaron 3 réplicas sucesivas por cada objeto y tipo de contaminación con las va-

riantes; sólo una envoltura de papel Kraft (V1), una envoltura mixta de papel y plástico (V2), sin envolver (desnudo) (V3), además del objeto control. Se llevaron a cabo las determinaciones de cada experimento después de estabilizados los procesos, previo estudio piloto que determinó el régimen de trabajo definitivo del equipo.

Materiales que fueron utilizados

- Accesorios del autoclave.
- Objeto-muestra (cuadro 1).
- Cepas microbianas:
 1. *Staphylococcus aureus* ATCC 6538.
 2. *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027.
 3. *Escherichia coli* ATCC 10536.
 4. *Mycobacterium smegmatis* ATCC 14468.
 5. *Bacillus subtilis* bar, niger esporulado ATCC 9372 en forma seca 10^6 esporas por disco y en forma húmeda de aproximadamente 10^8 esporas por mililitro.
 6. *Candida albicans*.
 7. Flora normal de pacientes hospitalizados.
- Soluciones químicas desinfectantes (cuadro 2).
- Equipos, cristalería, medios de cultivos y reactivos comunes en el laboratorio.

Para la verificación del proceso VFBT de forma experimental, se partió de un autoclave de alta velocidad sin generación propia, al cual se le aplicaron variantes en sus sistemas mecánicos y eléctricos, de modo que sin variar los objetivos de diseño se incorporó al equipo otra posibilidad tecnológica. Se logra un sistema de vapor fluente que opera a 60°C y 856-835 mb, con posibilidades de regulación de hasta 100°C compatible con los programas S3 de secado del autoclave, por lo que se puede seleccionar entre vacío fraccionario y constante según se necesite. No se utilizó vapor saturado a presión subatmosférica, sino el suministrado por el sistema central de vapor generado a más de 100°C , por lo que aprovechando el efecto de variación de la entalpía del vapor y la oportuna regulación del control de temperatura del autoclave, se logró un barrido con $\pm 2^\circ\text{C}$.

Características del proceso

- Estado 1 - Si la temperatura de la cámara es mayor en 5°C que la temperatura de desinfección, se dejará en reposo hasta el enfriamiento.

Cuadro 1. Objetos semicríticos termolábiles ensayados por el método de vapor fluente a baja temperatura (VFBT).

Tubos endotraqueales con balón (PVC)
Tubos endotraqueales sin balón (PVC)
Mascarillas (PVC)
Mascarillas (caucho)
Tubos de traqueostomía con balón (PVC)
Tubos de traqueostomía sin balón (PVC)
Sondas nasales para oxígeno (PVC)
Sondas naso-gasogástricas/duodenales (PVC)
Sondas naso-gasogástricas/duodenales (caucho)
Sondas rectales (PVC)
Sondas rectales (caucho)
Resucitadores manuales (Ambu/Penlon) (varios)
Tubos corrugados de anestesia (PVC)
Tubos corrugados de anestesia (caucho)
Circuito de pacientes para ventilación pulmonar (PVC)
Equipos de drenaje quirúrgico tipo acordeón (PVC)
Equipos de drenaje quirúrgico con frasco colector (varios)
Conectores, adaptadores, etc. (polipropileno)

Cuadro 2. Soluciones químicas ensayadas en 18 muestras.

Desinfectantes químicos	Cantidad por actividad (L)	Precio interno (\$)*
• Glutaraldehído al 2%**	12	35.00
• Peróxido de hidrógeno al 7.5%**	12	72.00
• Hipoclorito de sodio***	12	14.00

* Pesos cubanos.

** Productos de importación. En el momento actual se dispone de cantidades mínimas en los hospitales cubanos, que no satisfacen la demanda.

*** El hipoclorito de sodio disponible en los hospitales, es de calidad comercial y no farmacéutica, por lo que no cumple con los requisitos para esta actividad.

- Estado 2 - Vacío inicial (a selección) para eliminar el aire, con un poder de evacuación de 856 mb durante 10 min.
- Estado 3 - Desinfección : entrada y salida forzadas de vapor saturado para alcanzar y mantener la temperatura seleccionada que puede durar desde 10 hasta 30 min.
- Estado 4 - Vacío final: Secado a selección. Eliminación forzada de los residuos y condensación con un poder de evacuación de 885 mb durante 10-30 min con temperatura de $100-115^\circ\text{C}$ en la cámara. En la cámara el calor no sobrepasó los 70°C .
- Estado 5 - Igualación de presiones con aire filtrado y precalentado.

Se efectúa la limpieza y secado de los objetos como está establecido por las Normas Nacionales de Higiene y Epidemiología. Se aplicaron las técnicas de laboratorio para la evaluación de la eficacia antimicrobiana por vapor fluente a baja temperatura de acuerdo al libro de Técnicas de Laboratorio de Control de las Infecciones Hospitalarias del Hospital William Soler. Después de cada experimento, el material contaminado de control se esterilizó por métodos químicos. Todos los objetos se recuperaron para la reutilización experimental.

- a) Se realizó la determinación cuantitativa de cada bioensayo antes y después del tratamiento por VFBT.
- b) Se calcula la actividad antimicrobiana del método VFBT para cada muestra con las variantes V1, envuelto con papel, V2 envoltura mixta y desnudo V3 y con respecto a cada tipo y nivel de contaminación.
- c) Se calcula el factor de reducción de cada ensayo antes-después.
- d) Para todo el análisis de los datos se consideraron las 30 determinaciones tomadas por cada muestra, cada cepa y cada variante de envoltura.
- e) Se observó el posible daño del material comparando por inspección: la flexibilidad, integridad y coloración del mismo, antes y después del tratamiento para todas las determinaciones.
- f) Se procesaron algunos objetos-muestra limpios, secos y envueltos según variantes V2, de la central de esterilización de la unidad, de forma paralela y aleatoria.
- g) Se evaluó el costo aproximado VFBT tomando en consideración el costo de los consumos energéticos y del agua empleada en el proceso.
- h) Para los métodos químicos se consideró el costo de la solución empleada para cada caso y el agua destilada consumida en el enjuague posterior.
- i) Se determinó el tiempo consumido en cada actividad durante el tratamiento y el empleado en el enjuague posterior para la detoxificación en los casos de soluciones químicas.

Aporte económico. Es determinado sobre la base de la comparación entre el costo de un ciclo de desinfección de alto nivel por VFBT y el costo de la desinfección por distintos productos químicos.

Cálculo del costo de un ciclo de desinfección de alto nivel por VFBT. Es calculado a partir de la sumatoria de todos los costos de los elementos que se consumen en cada ciclo de desinfección.

$$\text{VFBT} = \text{Cb} + \text{Cp} + \text{Ca} + \text{Cv}$$

En donde:

C vfbt: Costo de un ciclo de desinfección.

Cb: Costo de la energía consumida por la bomba de vacío.

Cp: Costo de la energía consumida por el panel de control.

Ca: Costo del agua consumida por la bomba de vacío.

Cv: Costo del vapor consumido en un proceso.

Cálculo de Cb.

La bomba de vacío consume por dato del fabricante 3.7 kw/hora.

El tiempo máximo de trabajo de la bomba de vacío durante un ciclo es 45 min = 0.75 hora y sabemos que 1 kw/hora cuesta \$0.09, por lo tanto:

$$\text{Cb} = 3.7 \text{ kw/hora. } 0.75\text{hora. } 0.09 \text{ \$/kw}$$

$$\text{Cb} = \$ 0.25$$

Cálculo de Cp

Se conoce por dato del fabricante que los elementos que intervienen en el panel de control consumen 0.05 kw/h.

Por lo tanto:

$$\text{Cp} = 0.05 \text{ kw/hora. } 0.75\text{hora. } 0.09 \text{ \$/kw}$$

$$\text{Cp} = \$ 0.004$$

Este costo es inferior a \$0.01 por lo que no se tendrá en cuenta.

Cálculo de Ca:

Según el fabricante la bomba de vacío consume 8 litros/minuto de agua tratada, por lo que en un proceso el volumen de agua consumido será:

$$\text{Va} = 8 \text{ dm}^3/\text{min } 45 \text{ min}$$

$$\text{Va} = 360 \text{ dm}^3$$

Si conocemos que 1 m³ de agua cuesta \$0.10 entonces:

$$\text{Ca} = 0.36 \text{ m}^3 \text{ } 0.10 \text{ \$/m}^3$$

$$\text{Ca} = \$ 0.04$$

Cálculo de Cv.

Por dato del fabricante se conoce que un proceso a 132°C consume 75 kg/hora de vapor. Asumiendo una inyección constante de vapor hasta estabilizar la temperatura de proceso para VF BT (cuya condición más exigente es 73°C) y como se trata del mismo equipo, el mismo volumen a calentar, los mismos parámetros del vapor inyectado, etc. se requiere sólo el 56% del vapor que se necesita para una esterilización según diseño, lo cual representa 41.47 kg/h.

Otros datos suministrados por los Departamentos de Calderas y Contabilidad del Hospital Pediátrico Docente "William Soler", son los siguientes:

1 kg de combustible genera 12.7 kg de vapor
436.59 g de fuel-oil cuestan \$ 0.06
1 g fuel-oil cuesta \$ 0,000137428
78,74 g de combustible generan 1 kg de vapor
1 kg de vapor cuesta \$ 0.010821136
 $Cv = 41.47 \text{ kg/h. } 0.75/\text{h. } 0.010821136$
\$ /kg = \$ 0.33656
 $Cv = \$ 0.34$
 $C_{vfbt} = C_b + C_p + C_a + C_v$
 $C_{vfbt} = 0.25 + 0.04 + 0.34$
 $C_{vfbt} = \$ 0.63$

RESULTADOS

Se logró un sistema que responde a los requerimientos del método de desinfección sin afectar el propósito del autoclave (esterilización por alta presión y alta velocidad), adiconándole otra posibilidad: desinfección por vapor fluente a baja temperatura.

Solamente invirtiendo en la compra de los elementos básicos que no se fabrican en el país, se pudo lograr el efecto deseado sin necesidad de comprar equipos para este propósito, sino aprovechando las potencialidades de explotación de los ya instalados.

Ensayos experimentales en el estudio piloto previo a la utilización del sistema VF BT, determinaron que el sistema de vapor de agua estacionaria de las autoclaves a temperaturas a 60°C y 80°C, resultó inexacto e impreciso con grandes interdependencias con respecto a los objetos-muestra y las diferentes cepas microbianas. Por lo que este sistema aparentemente eficaz, utilizando los esterilizadores sin modificar, no se tomó en consideración para el presente estudio.

Las normas francesas son más rígidas y toman en cuenta otras consideraciones de desinfección por calor, igualmente no ensayadas en nuestro trabajo.¹⁷

Para los 18 objetos ensayados en sus tres variantes de envoltura, contaminados con las cepas 1,2,3,4,6 y flora normal de pacientes hospitalizados, los resultados de la actividad antimicrobiana del método VF BT fueron absolutos a favor del mismo. Para estos casos no hubo crecimiento microbiano alguno. Para la cepa número 5 en su forma seca, bioindicador fabricado en el laboratorio y avalado por control de calidad, no hubo crecimiento alguno. En su forma húmeda hubo crecimiento en algunos casos, lo cual no contradice la satisfactoriedad de la prueba, si se tiene en consideración el concepto de desinfección de alto nivel y el grado de exigencia de todo material que debe estar limpio y seco con un nivel de contaminación entre 10^2 y hasta 10^6 en los casos más críticos.

Los resultados obtenidos en este estudio no pudieron ser comparados con los de otros autores, pues no se encontró literatura que definiera este proceso anteriormente, puesto que en ninguno de los casos analizados, el vapor se genera a presión normal y el proceso de desinfección a presión subatmosférica, parámetro que es factor de optimización en cuanto a penetración del vapor en los objetos y celeridad del proceso en su conjunto.

Con respecto a las características del material antes y después del proceso VF BT, para todos los casos no hubo, por inspección, cambios de coloración o de flexibilidad y dureza o de integridad en la configuración de los objetos.

Al tratarse con productos químicos algunos objetos de PVC, polietileno, poliamidas, polimetilmetacrilatos y cauchos fueron dañados en las magnitudes indicadas, en muchas ocasiones por falta de información al usuario (cuadro 3).

Los tiempos consumidos para cada actividad, considerando 30 min de exposición a las soluciones químicas y, el enjuague posterior abundante con agua destilada estéril (detoxicación), son mayores que los consumidos por el método VF BT.

En cuanto a costo el método VF BT demuestra ser mucho más económico que los métodos químicos.

En el orden comparativo de los procesos cabe señalar que el procesamiento posterior a la desinfección química contribuye a aumentar los riesgos de contaminación del material, razones éstas que incentivan las búsquedas de

Cuadro 3. Eficiencia relativa a diferentes métodos de desinfección de alto nivel para los objetos tratados.

Tipo de método	Costo (\$)*	Tiempo promedio por cada proceso (min)	Detoxificación (min)	Daño al material (%)
VFBT	0.63	45	0	0
Hipoclorito de sodio	41.00	30	180	11
Glutaraldehído	78.00	30	60	22
Peróxido de hidrógeno	20.00	30	60	5

* Pesos cubanos

métodos donde los objetos salgan del proceso antimicrobiano aptos para el uso, sin manipulación posterior.

Si se tratara el material mediante óxido de etileno, método esterilizante suficiente pero no necesario para este material, el costo aproximado de la actividad por concepto de agente esterilizante estaría en el orden de \$77.00, con un tiempo promedio para la utilización de los objetos de 170 horas. La eficacia antimicrobiana es muy alta y el riesgo de contaminación posterior es prácticamente nulo, pero el daño del material está en dependencia de varias condiciones que limitan por este concepto el uso del mismo. Sin embargo, gran cantidad de objetos que actualmente se reutilizan usando este método, con las desventajas expuestas, pueden ser tratados por el método VFBT con resultados altamente satisfactorios.

Como resultado adicional podemos citar el procedimiento de un endoscopio rígido el cual no presentó daño alguno en su integridad, sometido a condiciones de desinfección de 60°C durante 30 minutos.

Cálculo de costo de la desinfección de objetos-muestra termolábiles por distintos productos químicos. Como se observa en "material y métodos" la muestra procesada consistió en 18 objetos (cuadro 1) para los cuales se prepararon 12 L de las diferentes soluciones desinfectadas cuyo costo en reactivos fue: glutaraldehído \$ 35.00, peróxido de hidrógeno \$ 72.00 e hipoclorito de sodio \$ 14.00.

A estos costos es necesario añadir los del agua destilada estéril que se emplea para eliminar de dichos objetos los residuos de las soluciones químicas, que no pueden estar presentes en los mismos en el momento de su aplicación a los pacientes.

El costo de 1 litro de agua destilada sin esterilizar y situado en los andenes del proveedor es de \$ 0.1666, a este costo debería añadirse el de la transportación, mano

de obra y esterilización, los cuales no se incluirán por no disponer del dato exacto.

Dado lo riguroso del proceso de lavado, el consumo de agua destilada se estima por el laboratorio de infecciones intrahospitalarias del Hospital William Soler, en 2 litros, por objeto, como promedio global, hecho éste que encarece los costos en la forma siguiente:

Costo de agua destilada.

$C_{ad} = 18 \text{ objetos. } 2 \text{ litros por objeto } 0.166 \text{ \$/l} = \$ 5,9976$

$C_{ad} = \$ 6.00$

Por lo cual el costo por proceso químico quedaría: glutaraldehído \$41.00, peróxido de hidrógeno \$78.00 e hipoclorito de sodio \$ 20.00.

Para establecer una comparación entre los métodos de VFBT y químicos, debemos añadir otro elemento importante. Un ciclo de desinfección VFBT es capaz de procesar como mínimo 108 objetos-muestra dada la capacidad del autoclave empleado, usando solamente las tres bandejas de las que dispone el carro del mismo, cuyo número puede elevarse a cinco bandejas; pero este aspecto no fue ensayado y queda como posibilidad potencial del equipo. Para procesar 108 objetos por métodos químicos los costos se elevarían 6 veces porque serían: glutaraldehído \$ 246.00, peróxido de hidrógeno \$ 468.00 e hipoclorito de sodio \$ 120.00. Costo promedio \$ 268.00 frente a \$ 0.63, que es el costo de un proceso VFBT.

Analizado de esta forma el ahorro sería de \$ 267.37 por cada ciclo de desinfección de alto nivel por VFBT. La inversión inicial en componentes necesarios para realizar la modificación del autoclave es de \$ 861.88 según precios EMSUME, por lo que la inversión quedaría amortizada con 4 (3.22) ciclos de desinfección VFBT.

Otro método químico empleado actualmente es la esterilización por óxido de etileno (ETO) que si bien es

un método de esterilización y no de desinfección, es muy usual que los objetos termolábiles de uso semicrítico se procesen por esta vía, lo cual como se ha dicho es suficiente, pero no necesario, ya que es un proceso mucho más caro. El costo de un balón de ETO de 10 kg es \$ 774.52 y alcanza para un promedio de 10 esterilizaciones; cada proceso puede esterilizar una media de 30 objetos por lo que para procesar 108 objetos son necesarias aproximadamente 4 esterilizaciones, por tanto:

$$C_{ETO} = \$ 774.52 / 10 \cdot 4 = \$ 309.808$$

$$C_{ETO} = \$ 309.81 \text{ frente a } C_{VFBT} = \$ 0.63$$

Arroja un ahorro de \$ 309.18 por cada ciclo VFBT, sin tener en cuenta que este proceso se verifica en una cámara que se considera alta consumidora de energía, lo cual aumentaría los costos de dicho proceso. La amortización de la inversión por mejora tecnológica se verifica en tres (2.778) ciclos de desinfección de VFBT.

DISCUSIÓN

1. Fue altamente satisfactoria la actividad antimicrobiana del método VFBT para todas las muestras expuestas a 60°C durante 30 min y a 73°C durante 10 min.
2. Los valores de reducción de los conteos de colonias microbianas antes y después del tratamiento, fueron a favor del método VFBT para todos los casos, a excepción de grandes cantidades de esporas bacterianas contaminantes.
3. No se detectó por inspección daño alguno para todos los objetos ensayados y reutilizados durante el estudio.
4. El método VFBT es aplicable a todas las autoclaves sin generación propia de alta presión, alta temperatura y alta velocidad.
5. Los costos, tiempos empleados y alargamiento de la vida útil de los objetos, fueron a favor del método del estudio en comparación con la eficiencia de los métodos químicos utilizados.

Entre las recomendaciones que se sugieren se encuentran:

Extender el método VFBT de la fase experimental a estudio piloto en otras unidades y su posterior introducción en el Sistema Nacional de Salud.

Aplicar las modificaciones tecnológicas al menos a un equipo por cada hospital, sea del modelo tratado u otro similar (cámara de óxido de etileno) con el siguiente orden de prioridad:

1. En los hospitales en donde existe autoclave de óxido de etileno, aplicar la modificación a éste.
2. Donde no exista éste, autoclaves de alta velocidad y sin generación propia.
3. Donde no existan los anteriores, a otros modelos susceptibles de estudio.

REFERENCIAS

1. Greene VW. Disinfection and Sterilization Practices in American Hospitals. In: Benarde, M, A: Disinfection, 3th ed., New York, Marcel Dekker Inc 1990:207-295.
2. Rutala WA. Disinfection, Sterilization and Waste Disposal. In: ed. Prevention and control of nosocomial infection. Baltimore, Williams and Wilkins 1987:257-282.
3. Lowbury EJ et al. Control of Hospital Infection, 2nd. ed. London Chapman and Hall 1981:41-102.
4. Colección de instrucciones, materiales y métodos sobre el trabajo de desinfección, Casa Estatal de Publicaciones Médicas 1985:6-42.
5. Groschel DH. Esterilización, Desinfección y Asepsia. En: Gradehol, Método y Diagnóstico del Laboratorio Clínico, C de La Habana, Ed Rev; 1983:1814-1825.
6. Russell AD, Ayliffe GA, Hugo W. Beds principles and practices of Disinfection, Prevention and Sterilization, Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1986.
7. Ayliffe GA, Coates D, Hoffman PN. Chemical Disinfection in Hospitals, London Public Health Laboratory Service 1984;1:36.
8. Rutala WA. Guía de APIC para la selección y uso de desinfectantes. En: La garantía de la calidad. El control de las infecciones hospitalarias, Washington DC OPS-OMS 1991:375-405.
9. Hoffman PN. Equipment decontamination and infection control. Medical 1989:3:17.
10. British Standard: Sterilizing and disinfecting equipment for medical products. Specification for low temperature steam disinfectors. BS 3970 1990:Part 5.
11. Roberts F et al. A hot water disinfection method for inhalation therapy equipment. Can Med J Assn 1969;101:30.
12. Douglas C et al. Disinfection of anaesthesia equipment by a mechanized pasteurization method. Can Anaesth Soc J 1975; 22:219.
13. British Standard Glossary of Terms Relating to Disinfectants. ES 5283; 1986.
14. Centers for Disease Control. Guidelines for prevention of transmission of human immunodeficiency virus and hepatitis B virus to health-care and public-safety workers. MMWR 1989;38 (Suppl):S-6.
15. Rabaza Pérez A. Introducción a la esterilización, Minsap 1988:13-19.
16. Norma Alemana. Esterilizadores a vapor, DIN 5846 1982:Parte 1-2.
17. AFNOR NF-S-90-325: Material Médico-quirúrgico. Equipos de desinfección por vapor de agua, 1989.