

ESTERILIZACION POR CALOR SECO EMPLEANDO EL HORNO CASERO.

NORA RESTREPO RESTREPO*
SILVIA ELENA GARCIA M.**
GLORIA TRUJILLO DE V.***
MARIA CECILIA CORREA DE V.****

RESUMEN

Con el fin de comprobar científicamente el método de esterilización por calor seco empleado en forma empírica, se decide verificar la eficacia del "Horno Casero" para dicho proceso.

Para esta investigación se utilizan hornos con cámaras de diferente capacidad y esporas de Bacillus Subtilis variedad Niger (control biológico), alternando las variables tiempo y temperatura hasta llegar al bionomio ideal.

Se comprueba la esterilización en los diferentes tipos de hornos y materiales para ver la eficacia del método y dar normas sobre el manejo de hornos, tipos de materiales que pueden esterilizarse y forma de empacado de la carga.

* Enfermera Profesor Titular VI - Universidad de Antioquia.

** Instrumentadora Quirúrgica - Universidad de Antioquia - Jefe Central de Esterilización - Hospital Universitario San Vicente de Paúl.

*** Enfermera Profesor Titular IV - Universidad de Antioquia.

**** Enfermera Profesor Asociado III - Universidad de Antioquia.

INTRODUCCION.

La esterilización es el método por el cual se eliminan los microorganismos patógenos y no patógenos, incluyendo las esporas en un objeto o material determinado (1).

Desde 1860, el químico francés Luis Pasteur inició sus trabajos tratando de reducir la proliferación microbiana y en 1880 diseñó un "Esterilizador de Vapor a Presión" que más tarde fue reemplazado por el "Esterilizador de Arnold"; éste se descartó por lo prolongado de sus ciclos.

Se ha ido avanzando en el desarrollo de este método hasta llegar a los sofisticados auto-claves de vapor que existen en la actualidad (2).

A la par con el sistema de esterilización por vapor de agua, fueron surgiendo otros métodos como la Formalina o Formol; las soluciones desinfectantes (Glutaraldehído, Compuestos Clorados, Fenólicos, Amonio Cuaternario y Alcohol) que han sido descartados en la actualidad como esterilizantes por su ineficacia en la destrucción de las esporas. El Calor Seco, el Oxido de Etileno, los Rayos Gamma producidos por el Cobalto 60 (3) que se emplean hoy.

El Calor Seco es un método de esterilización cuyo mecanismo de acción se asocia al efecto destructivo de las bacterias por oxidación de los componentes intracelulares. (4).

Para su aplicación se han empleado los "Hornos de Pasteur o Estufas de Poupinelle" llamados entre nosotros Pupinela, consistentes en una caja metálica de doble pared dotados de termómetro que marca la temperatura interna, resistencias eléctricas con termostato para sostener la temperatura de la cámara y reloj para programar el tiempo seleccionado por carga (5). Su uso fue restringiéndose a los Laboratorios Clínicos ya que requieren de ciclos largos y por la imposibilidad de esterilizar en ellas gran variedad de material de tela y goma requerido en cirugía.

Debido a la carencia de recursos en nuestros Hospitales, a la necesidad de un método seguro y rápido para la esterilización de instrumental quirúrgico y después de observar la utilización del "Horno Casero" para la esterilización de instrumental odontológico; la Brigada Quirúrgica de Sonsón (Antioquía) tomó esta idea y la adoptó a su rutina de trabajo. Desde 1982 la utiliza en la esterilización de instrumental requerido en cirugía oftalmológica, plástica y general. Es de anotar que a partir de este año y hasta 1987 —cuando se inició la investigación— pudo observarse la efectividad de este método haciendo ocasionalmente controles

biológicos con esporas Esterotermófilas y cultivos y por la no presencia de infección en los pacientes operados.

En 1987, el Hospital Universitario San Vicente de Paúl, después de conocer los beneficios obtenidos por las Brigadas Quirúrgicas de Sonsón (Antioquia) implementó la utilización del Horno Casero en el servicio de oftalmología, extendiéndolo posteriormente a los demás quirófanos de la Institución, por los buenos resultados comprobados con control biológico de esporas *Bacillus Subtilis* variedad Niger (6).

Las experiencias positivas de las Brigadas Quirúrgicas de Sonsón (Antioquia) y el Hospital Universitario San Vicente de Paúl con la utilización del Horno Casero para esterilizar el material quirúrgico, el deseo de conocer a fondo las propiedades de la esterilización por calor seco y la necesidad de precisar normas claras para su adecuado manejo y utilización, sirvieron de motivación para el desarrollo del presente trabajo.

METODOLOGIA.

En la presente investigación se utilizó el método experimental. Se emplearon hornos caseros de dos tipos diferentes, cuyas características generales son:

Horno Tipo A: Cámara de acero inoxidable, rectangular, sin orificios para desfogue de vapores, de 20 centímetros de profundidad por 17 centímetros de altura, puerta no hermética, bombillo piloto, botón de encendido y termostato con botón para graduar la temperatura deseada (200 grados fahrenheit a 500 grados fahrenheit), resistencias tubulares colocadas en la parte superior e inferior de la cámara. Funciona a 120 vatios y 1500 voltios.

Horno Tipo B: Sistema de doble cámara metálica locada y rectangular, cuya cámara interna mide 40 centímetros de profundidad por 43 centímetros de altura, separada de la cámara externa 6 centímetros, ocupando este espacio fibra de vidrio que facilita la concentración del calor en la cámara interna e impide la proliferación bacteriana.

La cámara interna posee dos orificios laterales para el desfogue de vapores de agua, los que fueron tapados con lámina de acero inoxidable para el desarrollo del presente trabajo, con el fin de lograr una cámara más cerrada y evitar pérdida de temperatura. Cuenta con resistencias tubulares en la parte superior e inferior y su puerta no es hermética; tiene un botón para el encendido de las resistencias, termostato con botón para fi-

jar la temperatura deseada (150 grados fahrenheit a 550 grados fahrenheit) y bombillo piloto que se apaga cuando la cámara interna alcanza la temperatura señalada. Funciona a 120 vatios y 1500 voltios.

Para verificar la temperatura de los hornos empleados en el estudio se utilizó un termómetro para hornos que demostró que el rango de oscilación del termostato fue de + 15 grados fahrenheit a -15 grados fahrenheit sobre la temperatura seleccionada.

Para la verificación de los resultados se empleó el control biológico, medio que se fundamenta en la resistencia presentada por algunos microorganismos en su forma esporulada, a un determinado proceso de esterilización. Esta característica convierte la prueba en la más eficaz para determinar la efectividad de un ciclo de esterilización, ya que ofrece resultados biológicamente comprobables.

En el Laboratorio de Microbiología y Parasitología del Hospital Universitario San Vicente de Paúl, el Médico Microbiólogo Alvaro Uribe P., estandarizó y preparó esporas de Bacillus Subtilis variedad Nigra, las que se impregnaron en un disco papel filtro de un cuarto de pulgada, en cantidad de un millón por disco y se empacaron en frasco ampolla de vidrio, uno por cada disco, en forma aséptica (5).

Se preparó caldo enriquecido con glucosa al que se le agregó azul de Bromotimol que hace que la preparación tome un color verde; se empacó en jeringa de plástico de 5 centímetros cúbicos y se denominó Caldo de Cultivo. El conjunto de jeringa con caldo de cultivo y frasco ampolla con disco impregnado de esporas, constituyó el Control Biológico utilizado en este estudio, el cual actúa en la siguiente forma:

Cuando el caldo de cultivo se mezcla con las esporas y se pone en incubación durante 72 horas a temperatura ambiente, si las esporas están vivas el caldo de cultivo cambia su color verde por amarillo (lo que los investigadores consideraron resultado positivo ('+'); si las esporas están muertas, el caldo de cultivo conserva el color verde (resultado negativo ('-')).

El método empleado para el manejo del horno durante el desarrollo de la investigación fue el siguiente:

Se precalentó a la temperatura seleccionada, esperando que el bombillo piloto se apagara al obtenerse dicha temperatura.

Se abrió la puerta del horno y se depositó dentro de la cámara el control

biológico (frasco ampolla con esporas); se cerró la puerta y se esperó a que el bombillo piloto se apagara nuevamente. A partir de este momento se empezó a contabilizar el tiempo fijado en el estudio. Cumplido este tiempo se retiró del horno el control biológico; se esperó a que estuviera a temperatura ambiente; se le inyectó el medio de cultivo y se colocó en incubación durante 72 horas, observándose cada 12 horas (anexo 1) para detectar presencia o ausencia de los cambios descritos anteriormente.

Se inició el trabajo en el **Horno Tipo A** con temperatura de 200 grados fahrenheit, tiempo de 5 minutos y 14 controles biológicos; la positividad obtenida en uno solo de los controles fue razón suficiente para aumentar paulatinamente las variables tiempo y temperatura. Cuando éstas llegaron a 250 grados fahrenheit y 10 minutos se iniciaron pruebas simultáneas en los hornos tipo A y B, con 14 controles biológicos en cada uno.

Al obtener el binomio 300 grados fahrenheit y 10 minutos, se aumentó el número de controles biológicos a 24 por horno y a partir de estos valores, se aumentaron las variables hasta que su combinación dió como resultado la negatividad en todos los controles biológicos, lográndose así el binomio ideal.

Con el fin de comprobar la resistencia de algunos materiales a la esterilización por calor seco, al mismo tiempo se controló el comportamiento de vidrio, metal, caucho látex, papel de aluminio y sulfito o kraft.

Además, el control biológico se depositó alternativamente en cubeta tapada y destapada para someterlo al proceso descrito, con el fin de observar si la utilización de la tapa incidía en los resultados.

Finalmente, para demostrar lo económico del método se analizaron sus costos.

RESULTADOS.

En el cuadro número 1 se muestran los resultados obtenidos con el Horno Tipo A. El trabajo se inició con temperaturas de 200 grados fahrenheit y un tiempo de 5 minutos para 14 muestras, de las cuales 2 fueron negativas lo que corresponde al 14.20/o. Se observó cómo al aumentar el tiempo con la misma temperatura, el número de muestras negativas no fue significativo; por tanto, se aumentó la temperatura a 300 grados fahrenheit y a 24 el número de muestras para confiabilidad del estudio, llegando a obtener a 300 grados fahrenheit por 10 minutos el 95.80/o, lo que corresponde a 23 muestras negativas.

Se incrementaron temperatura y tiempo hasta llegar a 350 grados fahrenheit por 15 minutos, obteniendo las 24 muestras negativas, es decir, un resultado de 100% de eficacia con este método.

El cuadro número 2 corresponde a la esterilización en Horno Tipo B. Se descartó la temperatura de 200 grados fahrenheit por el bajo porcentaje negativo obtenido anteriormente.

Se inició con 250 grados fahrenheit, 10 minutos y 14 muestras, obteniendo cero muestras negativas. Al aumentar la temperatura a 300 grados fahrenheit por 15 minutos, se obtuvo el 25% de muestras negativas o sea 6 de las 24; para luego subir a 350 grados fahrenheit por 15 minutos, obteniéndose el 100% de negatividad en 24 muestras.

Al comparar los dos cuadros, el Horno Tipo B aparece como menos confiable por las pocas muestras negativas en la temperatura de 350 grados fahrenheit y con un tiempo de 10 minutos, no obstante a 350 grados fahrenheit y 15 minutos se obtuvieron los mismos resultados en ambos hornos. (Cuadro número 3).

Es de anotar que en la obtención de estos resultados se comprobó la temperatura de la cámara con un termómetro especial para hornos.

A continuación se describe la respuesta de los materiales empleados en el estudio, al método de esterilización por calor seco:

Vidrio: Durante los diferentes ciclos de esterilización, el frasco ampolla no sufrió daño en su estructura.

Metal: Tanto el anillo que sella el frasco ampolla como el instrumental experimentados, permanecieron intactos.

Papel: Se probaron dos clases de papel: El de aluminio demostró más resistencia y maleabilidad que el papel sulfito o kraft, por lo cual permite mejor almacenamiento de la carga; el papel sulfito o kraft sirve sólo para un proceso de esterilización, puesto que pierde sus propiedades y se torna quebradizo.

Látex: Se derrite al ser sometido a la misma prueba.

Como ya se describió en la metodología, con el fin de observar si la utilización de la tapa incidía en el comportamiento del control biológico, se utilizó alternativamente cubeta tapada (30 muestras), destapada (15 muestras), obteniendo resultados negativos en ambos métodos; esto de-

mostró que la eficacia de la esterilización no se afecta.

Para demostrar la economía del método —otro de los objetivos propuestos— se llevó a cabo el siguiente estudio de costos:

— Valor kilovatio/hora	\$ 12.00
— Consumo de horno en una hora 2,2 KW/H	\$ 26.00
— Gastos indirectos. Estos comprenden:	
- 8 metros papel aluminio	\$350.00
- Pago de personal (tabla de salarios Hospital San Vicente de Paúl)/hora	\$312.00
— Valor de tiempo determinado por carga (ciclo de 20 minutos):	
Energía	\$ 3.60
50 centímetros papel de aluminio	\$ 22.00
Pago de personal (5 minutos)	\$ 22.00
Total costo del ciclo	\$ 56.60

RECOMENDACIONES TECNICAS PARA EL USO DEL HORNO:

- Tapar los desfogues de los hornos Tipo B (los Tipo A no los tienen).
- Cuando el horno es nuevo debe "curarse". Esto consiste en prender el horno a su máxima temperatura durante media hora.
- Antes de someter un horno a esterilizar por primera vez, debe verificarse su temperatura con el termómetro.
- La temperatura del horno debe "asegurarse" en 350 grados fahrenheit para evitar fluctuaciones.
- Disponer de una alarma para el control de tiempo.

RECOMENDACIONES:

Los investigadores consideran que las siguientes normas son las ideales para el manejo de los hornos a nivel institucional:

- Controlar diariamente la temperatura del horno con el termómetro especial.
- Precalentar el horno a 350 grados fahrenheit; cuando el bombillo

piloto se apague se ha obtenido la temperatura.

- Introducir el material para esterilizar (limpio, seco y abierto) en charol, cubeta o empacado en papel de aluminio o papel sulfito.
- Cerrar el horno y esperar a que el bombillo piloto se apague nuevamente.
- Iniciar el control del tiempo de esterilización (20 minutos), una vez apagado el bombillo piloto. Durante el proceso de esterilización no debe abrirse el horno.
- Abrir el horno cumplido el tiempo de esterilización y retirar el material, evitando quemaduras y contaminación del mismo. Para su uso esperar a que esté a temperatura ambiente.
- Utilizar semanalmente las esporas indicadas para controlar la validez del proceso de esterilización (3).
- Ubicar el horno lo más cerca posible al sitio donde va a ser utilizado, cuando la carga se esteriliza destapada.
- Invalidar el procedimiento cuando se tenga duda en el tiempo del ciclo.

CUADRO No. 1

CONTROL DE ESTERILIZACION EN HORNOS

TIPO A

Temperatura Grados F.	Tiempo*	Total Muestras	RESULTADOS A 72 HORAS			
			Negativo (-)	%	Positivo (+)	%
200	5	14	2	14.28	12	85.72
200	10	14	1	7.14	13	92.86
200	15	14	8	57.14	6	42.84
200	10	14	7	50.00	7	50.00
250	15	14	8	57.14	6	42.84
300	10	24	23	95.83	1	4.17
300	15	24	22	91.67	2	8.33
350	10	24	23	95.83	1	4.17
350	15	24	24	100	0	0

* Tomado en Minutos

CUADRO No. 2

CONTROL DE ESTERILIZACION EN HORNOS

TIPO B

Temperatura Grados F.	Tiempo*	Total Muestras	RESULTADOS A 72 HORAS			
			Negativo (-)	%	Positivo (+)	
250	10	14	0	0	14	100
250	15	14	0	0	14	100
300	10	24	1	4.17	23	95.83
300	15	24	6	25.00	18	75.00
350	10	24	4	16.70	20	83.30
350	15	24	24	100	0	0

*Tomado en Minutos

CUADRO No. 3
ESTERILIZACION COMPARADA EN HORNOS

TIPO A Y B

Temperatura	Tiempo	Total	RESULTADOS A 72 HORAS			Tempera- tura.	Tiempo	Total	RESULTADOS A 72 HORAS				
			TIPO A						TIPO B				
			Muestras	Negativo (-)	Positivo (+)				%	Muestras	Negativo (-)	Positivo (+)	%
Grados F.	Minutos				Grados F.	Minutos							
250	10	14	7	50.00	7	50.00	14	0	0	14	100		
250	15	14	8	57.14	6	42.84	14	0	0	14	100		
300	10	24	23	95.83	1	4.17	24	1	4.17	23	95.83		
300	15	24	22	91.67	2	8.33	24	6	25.00	18	75.00		
350	10	24	23	95.83	1	4.17	24	4	16.70	20	83.30		
350	15	24	24	100	0	0	24	24	100	0	0		

BIBLIOGRAFIA

CITADA:

1. ESTRADA, Patricia Eugenia. Antisépticos y Desinfectantes. Calor Seco. En: Limpieza y Manejo de Desechos Hospitalarios. Medellín, Hospital Pablo Tobón Uribe, 1988.
2. Historia del Equipo de Esterilización. En: El Hospital, volumen 19, número 8, (agosto 1963) p. 26-27.
3. FULLER, Joanna R. Instrumentación Quirúrgica. Principios de Microbiología, Esterilización y Desinfección. Buenos Aires. Médica Panamericana. 1988 p. 49.
4. ATKINSON, Lucy Jo Mary Louise Koih. Técnicas de Quirófano. Esterilización y Desinfección. México. Interamericana. 1981 p. 75.
5. CALZARETTO, José. La Enfermera en el Quirófano. Buenos Aires. Francisco Colombo. 1967 p. 117-132.
6. URIBE, P. Alvaro y GONZALEZ, R. Alfonso. Medios Biológicos para Control de Esterilización por Vapor, Oxido de Etileno y Calor Seco. En: Tecnología Apropiaada en Salud. Hospital Universitario San Vicente de Paúl. (Mayo 1988). p. 9-12.

CONSULTADA:

7. BRANNEN J. P.; GARST D.M. Dryheat inactivation de bacillus subtilis variedad Niger. Spores as function of relative humidity. Applied microbiology. 23(6): 1125-30, Jun. 1972.
8. CLAPP K. H.; DERRINGTON A.W. Low temperature dry heat sterilization. Medical Journal Aug. (2)(3): 144-6, jul. 19 de 1969.
9. FERNANDEZ F. Pilar. La Lucha contra la Infección Hospitalaria: Esterilización por calor seco. Barcelona. Salvat 1983 p. 103.
10. HORN, H.; MARCHMERTH R.; WITHAUER. Biological and chemical indicator of thermal sterilization and their possible influence on its total conception. Journal Hygienic Epidemiology Microbiology Immunology 21(2): 164-70, 1976.
11. LABEDA, D.P.; BALKWILL, D.L. Casida le Jr. Soil Sterilization effects on in situ indigenous microbial cells in soil. Can Journal Microbiology 21(3): 263-9 mar, 1975.
12. MUUICAN, C.L.; HOFFMAN, B.K.; Dry heat or gaseous chemical resistance of bacillus subtilis var. Niger spores included within water soluble crystals. Applied Microbiology; 16*8): 1110-3, aug. 1969.

13. MYRVIK QUENTIN y otros. Bacteriología y Micología Médica. México. Interamericana, 1972 p. 58.
14. ROBERT BRYAN Roberts, M.D. Infections and sterilization problems. International Anesthesiology clinics. 10(2): 67-83, 1972.
15. ROBERTSON J.H.; GLEASON D.; TSUJI K.; Dry heat destruction of Lipopolisaccharide: Design and construction of dry heat destruction apparatus. Applied environ Micro-biology 36(5): 705-9, nov. 1978.
16. SALAZAR P. María Belén. VENDA María Galvao J. Consideracoes sobre o calor seco como método de esterilizado. Revista Paulista de Hospitais (Sao Paulo) p. 432-5, sep. 1976.
17. SIMKO G.J.; DEVLIN J.D.; WARDLE M.D.; Dry heat resistance of Bacillus Subtilis variedad Niger spores on mated surfaces. Applied Microbiology, 2(3): 144-6, jul. 19, 1969.
18. TSUJI, K.; LEWIS A.R.; Dry heat destruction of lipopol y saccharide: Mathematical approach to process evaluation. Applied environ Microbiology. 36(5): 715-9. nov. 1978.
19. USANDIZAGA, M.; Manual de Enfermería. 4 edición. México, Nacional, 1961 p. 442.