

Procesos de Esterilización



Métodos de Esterilización
por Altas Temperaturas



Métodos de Esterilización
a Bajas Temperaturas



Controles de
Esterilización

Curso a Distancia

PROCESOS DE ESTERILIZACIÓN

Espacio de capacitación a distancia

Silvia Robilotti - Andrea Couso

CODEINEP

**Grupo Asesor en Control de Infecciones
y Epidemiología 2011**



San José 1733
(B1662DBI) Muñiz, Buenos Aires, Argentina
Telefax: 54 (011) 4667-6175
www.codeinep.org
secretaria@codeinep.org

Couso, Andrea
Procesos de esterilización / Andrea Couso y Silvia Robilotti. - 1a ed. - San Miguel
: CODEINEP, 2011.
62 p. ; 21x30 cm.

ISBN 978-987-23902-4-2

1. Medicina. 2. Esterilización. I. Robilotti, Silvia II. Título.
CDD 614.44

Fecha de catalogación: 19/07/2011

Este libro se terminó de imprimir en el mes de Septiembre de 2011,
en Copy Sign, Belgrano 835,
(B1663) San Miguel, Buenos Aires, Argentina.
Se hicieron 100 ejemplares.

INTRODUCCIÓN	5
CAPITULO I: Métodos Esterilización por Altas Temperaturas	9
PARTE 1	
Esterilización por calor húmedo.....	11
Características.....	12
Proceso.....	14
Material a esterilizar.....	14
Ventajas y desventajas.....	16
Controles.....	16
PARTE 2	
Esterilización por calor seco.....	19
Características.....	20
Proceso.....	20
Material a esterilizar.....	21
Controles.....	21
CAPITULO II: Métodos de esterilización a bajas temperaturas	23
PARTE 1	
Esterilización por ETO.....	25
Características.....	25
Proceso.....	26
Material a esterilizar.....	30
Controles.....	31
Seguridad del personal.....	32
PARTE 2	
Esterilización por plasma de peróxido de hidrógeno.....	37
Características.....	38
Proceso.....	38
Material a esterilizar.....	40
Seguridad del personal.....	44
Controles.....	44
Ventajas y desventajas.....	45
PARTE 3	
Esterilización por formol.....	47
Características.....	47
Proceso.....	49
Controles.....	50
Ventajas y desventajas.....	51
Seguridad del personal.....	52
CAPITULO III: Controles en esterilización	55
CONTROLES FISICOS	57
CONTROLES QUIMICOS	58
Controles químicos externos.....	58

Controles químicos internos.....	59
Prueba Bowie/Dick.....	60
CONTROLES BIOLÓGICOS.....	61
Conceptos y definiciones.....	61
Ciclos por vapor de agua.....	64
Ciclos por óxido de etileno.....	64
Ciclos por calor seco.....	65
NOVEDADES EN MONITOREO BIOLÓGICO.....	66
Indicador biológico de lectura rápida.....	66
Integradores.....	67
Frecuencia de prueba y controles.....	68
 BIBLIOGRAFIA.....	 69
 ANEXOS.....	 70
 ANEXO 1	
Resolución 1547-07.....	72
ANEXO 2	
B.O. 14/03/08 - MS - SALUD PÚBLICA - Resolución 102/2008.....	80
Anexo: Directrices de organización y funcionamiento de centrales de esterilización y procesamiento de productos médicos en los establecimientos de salud, públicos y privados.....	82
Anexo 1: Producción de la Central de esterilización.....	91

[Capítulo 1]

MÉTODOS DE ESTERILIZACIÓN POR ALTAS TEMPERATURAS

CONTENIDOS

- Esterilización por calor húmedo
- Esterilización por calor seco
 - Características
 - Proceso
 - Material a esterilizar
 - Controles
 - Ventajas y desventajas

OBJETIVOS

Al finalizar este módulo el alumno será capaz de:

- Reconocer el modo de acción de la esterilización por calor
- Comprender las etapas del proceso
- Discriminar que elementos biomédicos se esterilizan por cada método
- Analizar ventajas y desventajas de cada método

INTRODUCCIÓN

El objetivo de un proceso de esterilización es destruir o eliminar los microorganismos que se encuentran en un objeto o preparado, o sobre el mismo, y asegurar que esté libre de riesgos infecciosos.

El CDC (Centro de Control de Enfermedades, Atlanta, EE.UU.) define Esterilización como:

El uso de procedimientos físicos o químicos para destruir toda forma de vida microbiana, incluyendo esporas bacterianas (Son formas bacterianas más resistentes que han surgido en respuesta a condiciones adversas para su supervivencia. Cada célula vegetativa solo produce un esporo, y únicamente una pequeña proporción de células puede esporular. Las únicas especies que tienen capacidad de producir esporos son Clostridium y Bacillus. Su hábitat natural es el suelo y se diseminan a través del polvo).

Como en los últimos años ha aumentado la variedad y cantidad de materiales que se requieren en la asistencia de la salud, las técnicas de esterilización han adquirido creciente importancia. La tecnología de la esterilización no es estática porque en forma incesante surgen técnicas nuevas y mejores.

Las modificaciones en los métodos para prestar servicios asistenciales de la salud, las diferencias en los tipos de productos médicos que requieren esterilización, las nuevas directivas y normas que dictan las entidades reguladoras también modifican las prácticas que se emplean para esterilizar productos.

A diferencia de las prácticas de esterilización industrial en que productos iguales se esterilizan en el mismo equipo con gran uniformidad y bajo control constante, el personal de esterilización hospitalaria debe lidiar con el singular problema de manejar productos distintos que se esterilizan en equipos para propósitos múltiples en pequeña escala.

Este capítulo se propone aportar un conocimiento básico sobre métodos de esterilización por calor a nivel hospitalario.

MÉTODOS DE ESTERILIZACIÓN

Para lograr la esterilización de un material determinado se cuenta con varios métodos cuya elección depende de:

1. La naturaleza del objeto a esterilizar.
2. La sensibilidad del material al agente esterilizante.
3. La penetrabilidad del agente en el material a esterilizar.
4. La presentación del material (en un solo volumen, grande o fraccionado).
5. El uso posterior del material.

Métodos de eliminación de microorganismos

A. Métodos físicos:

- Calor húmedo
- Calor seco
- Radiación

B. Métodos químicos:

- Esterilizantes líquidos
- Esterilizantes gaseosos: - óxido de etileno
- formaldehído
- Esterilizantes a base de plasma

C. Métodos que se basan en la separación de los microorganismos:

- Filtración

La selección del método de esterilización deberá hacerse dejando siempre como última alternativa el uso de esterilizantes gaseosos por su elevado costo y toxicidad.

PARTE 1 ESTERILIZACIÓN POR CALOR HÚMEDO

ESTERILIZACIÓN POR CALOR HÚMEDO

El calor húmedo como vapor saturado a presión es el método más seguro y utilizado. En la esterilización con calor húmedo la causa de la muerte del microorganismo es distinta de la de la esterilización con calor seco; en efecto, *con calor húmedo el microbio muere porque se coagula la proteína celular, mientras que el calor seco destruye principalmente por medio de un proceso de oxidación.*

La USP (Farmacopea Americana) define la esterilización por vapor como el empleo de vapor saturado a presión durante, por lo menos, 15 minutos, a una temperatura de 121° C en un recipiente de presión regulada.

¿El autoclave de Chamberland es útil en estos días?

Entre los primeros autoclaves por vapor de agua que se usaron, figura el autoclave de desplazamiento gravitacional o descendente (autoclave de Chamberland). El ciclo comienza con el ingreso de vapor de agua a la cámara. El aire, que es más pesado, desciende al fondo de la cámara y sale de la misma, mientras ingresa el vapor a lo alto de la cámara. La temperatura se suele medir en el sitio de salida para tener la seguridad de que se ha eliminado el aire de la cámara.

Es requisito indispensable que el vapor llegue a todo el material, si no el método es inútil.

Este autoclave o tipo de autoclave fue precursor pero del 1800 que fue cuando Chamberland, discípulo de Pasteur, lo diseñó a la actualidad, los avances tecnológicos, los sistemas de seguridad, las nuevas leyes y lo conocido al respecto de la acción germicida del vapor saturado, determina que no es el equipo adecuado para procesar hoy insumos de cualquier tipo en este tipo de esterilizadores.



CHARLES CHAMBERLAND

NACIÓ: 12 de Marzo de 1851,
en Chilly-le-Vignoble

FALLECIÓ: 2 de Marzo de 1908

NACIONALIDAD: Francés

CAMPO: Microbiología

Influencia: Luis Pasteur

En la actualidad, los esterilizadores por vapor trabajan con bombas de vacío y otros dispositivos para extraer el aire rápidamente de la cámara. En estos aparatos se emplean ciclos o procesos de esterilización al prevacío. La eliminación rápida del aire abrevia mucho el tiempo de esterilización. Los autoclaves hospitalarios modernos vienen en una amplia gama de tamaños, con volúmenes de cámara de 100 a 500 litros o más.

¿Qué pasos tiene el proceso de esterilización por vapor?

El proceso de esterilización por vapor de agua saturado o más conocido esterilización por vapor consta de las siguientes etapas:

Si bien de acuerdo a las diferentes marcas de equipamiento hay pequeñas diferencias, las etapas principales son:

1. Vacío
2. Pulso de vapor
3. Vacío
4. Pulso de vapor
5. Vacío
6. Pulso de vapor

Estas etapas tardan aproximadamente 20 minutos.

Con esto se debe eliminar el aire de la cámara y los paquetes a fin de que el vapor pueda ingresar en todas las superficies

7. Comienza la esterilización propiamente dicha que durara el tiempo estipulado según la temperatura de trabajo.
8. Se produce otro vacío que procederá a realizar el secado, el tiempo ira de acuerdo al tipo de equipamiento, por lo tanto lo establece el fabricante, estará alrededor de los 20 minutos
9. Tiempo de enfriamiento de la carga.

¿Cómo se elimina el aire de la cámara?

Es muy importante eliminar todo el aire de los esterilizadores a medida que se introduce el vapor, porque las mezclas de aire y vapor retardan el calentamiento en la cámara y producen temperaturas finales más bajas, por lo tanto, existirán zonas no “estériles”.

Los autoclaves de vapor de agua actuales son fabricados bajo normas específicas (ISO, estándares internacionales; IEC, seguridad eléctrica) y, por ejemplo, poseen:

- **Microprocesadores:** a través de ellos se programan ciclos, según los materiales a procesar, y se realizan en forma totalmente automática.
- **Impresora:** imprimen los parámetros del proceso (tiempo, presión y temperatura), que son de mucha utilidad para la validación del proceso.
- **Sistemas de seguridad:** en el caso de que falle algún suministro (ej.: agua, electricidad, etc.), el ciclo se cancela automáticamente.

¿Cómo debe ser la Calidad del vapor?

Puede ser generado a distancia o por un generador que forma parte del autoclave, de uso exclusivo para éste (comúnmente llamado calderín).

La calidad del vapor es crítica; debe ser “vapor saturado seco”, o sea, listo para condensar cuando encuentra una superficie fría. Tampoco debe transportar gotas de agua, pues producirá cargas mojadas que pueden llevar a la recontaminación de los paquetes estériles.

El vapor también es utilizado para calentar rápidamente el autoclave y su contenido.

Como el vapor a presión atmosférica tiene una temperatura de 100° C, es necesario aumentar la presión de cámara para que aumente la temperatura (121° C-134° C) y, además, tal presión y temperatura deben mantenerse el tiempo determinado para que se realice la esterilización de los materiales.

¿Qué es vapor saturado?

Es el vapor que está en contacto con el agua que lo generó. La relación entre la presión y la temperatura del vapor debe ser constante y proveer vapor puro, sin aire u otro gas no condensable.

El vapor tiene una enorme capacidad para almacenar energía calórica, para luego usarla durante la esterilización.

¿Qué es vapor sobrecalentado?

Es el vapor que no está en contacto con el agua que lo formó, es totalmente seco e inapropiado para utilizar en autoclaves.

Normalmente el vapor saturado puede transformarse en sobrecalentado por una rápida reducción en la presión o por un aumento en la temperatura, comportándose como un gas y perdiendo todas las condiciones de humectación que posee el vapor saturado, lo que produce fallas en el proceso de esterilización.

La capacidad del vapor de agua saturado de actuar sobre los gérmenes se puede interpretar por el siguiente mecanismo de acción: Hay calentamiento por transferencia de calor, principalmente por convección; el vapor al calentar el material que se quiere esterilizar se condensa y, así, produce su humectación y la de los gérmenes que contiene, cediendo su calor latente de vaporización. En esas condiciones hay una gran contracción de volumen que produce un vacío intersticial que determina una nueva penetración de vapor; es un verdadero factor de penetración si no hay aire. El ciclo se repite infinitas veces hasta que se logra el equilibrio en la intimidad del material que se quiere esterilizar.

¿Qué factores influyen en la esterilización por vapor?

1. **Inherentes a las características del vapor:** Ha quedado definido que debe ser saturado, seco y libre de aire.
2. **Aire presente:** La presencia de aire mezclado con el vapor o retenido en el material a esterilizar, determina dos factores de error fundamentales:
 - a) Se produce una presión superior a la verdadera y, por lo tanto, fuera de la curva de equilibrio temperatura/ presión.
 - b) El aire impide el contacto del vapor con el material y, por consiguiente, no se desarrolla el juego sucesivo de calentamiento/condensación.
Se debe tener en cuenta su densidad mayor a la del vapor para el desplazamiento del aire durante la esterilización.
3. **Inherentes a la carga:** El material a esterilizar debe ser seleccionado, acondicionado y distribuido de manera apropiada.

ACTIVIDAD 1

El calor mata los microorganismos. Pero, ¿cuál es la diferencia del por qué de las calidades de vapor? Indique en el cuadro las características de ambos tipos de vapor.

VAPOR SATURADO	VAPOR SOBRECALENTADO

¿Cómo funciona el método?

El vapor de agua tiene acción esterilizante de superficie. La acción del calor húmedo se debe a la coagulación de las proteínas del protoplasma del germen, componente básico del mismo. Sometidos a la acción directa del vapor de agua saturado sin interposición de ningún obstáculo, todos los gérmenes conocidos, aún los más resistentes, son absolutamente destruidos al cabo de:

1. 121° C con vapor de agua saturado durante 15 a 20 minutos.
2. 134° C con vapor de agua saturado por 3 a 4 minutos (en ciclos con prevacíos).

Existe una relación exacta entre temperatura - presión de agua, que es:

121° C → 1 atmósfera (1,100 kg/cm²)

134° C → 2 atmósfera (2,200 kg/cm²)

Cualquiera que sea el tipo de autoclave, la distribución de la carga en la cámara reviste una importancia primordial. Todos los productos deben acomodarse con espacio entre sí para facilitar la penetración y el contacto directo con el vapor.

¿Qué materiales se pueden esterilizar por calor húmedo?

- Material de vidrio.
- Jeringas.
- Frascos.
- Instrumental quirúrgico de acero inoxidable.
- Material termorresistente (látex, silicona, poliuretanos, policarbonatos).
- Material textil (gasas, apósitos, ropa, vendas).
- Agua o soluciones acuosas.

¿Qué materiales no se pueden esterilizar por calor húmedo?

- Soluciones oleosas, sustancias grasas, polvos.
- Plásticos o gomas sensibles a la temperatura.
- Instrumental cromado o niquelado.

El instrumental cromado o niquelado, no se fabrica más debido a que en la actualidad solo se fabrican de acero quirúrgico, y en el módulo de lavado tienen cuales son las diferencias, no es apto para esterilizarse por vapor ya que la capa de cromado que tienen sobre hierro el vapor hace que esas 2 capas se separen y termine descascarándose la capa de cromado, estas partículas grandes cuando las vemos, pero pequeñas en su gran mayoría pueden quedar en la cavidad de los pacientes.

ACTIVIDAD 2

1. ¿Por qué cree que materiales como grasas y polvos no pueden procesarse por vapor?

.....

2. ¿El instrumental cromado se deteriora al procesar por vapor? Por qué?

.....

¿Cómo debe ser la carga del autoclave?

La regla fundamental de la carga de un autoclave es preparar todos los paquetes de manera tal que presenten la menor resistencia posible al paso del agente esterilizante a través de la carga, desde la parte superior de la cámara hacia la inferior.

Los paquetes con textiles (camisolines, sábanas), que constituyen el grupo más difícil de penetración al vapor, se deben colocar en posición vertical, con poco contacto entre unos y otros.

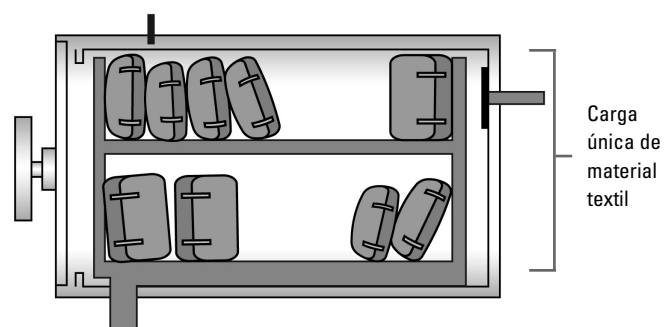
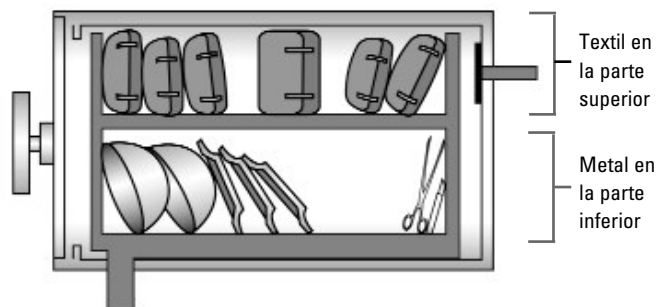
Cuando se colocan dos estantes con paquetes, la carga superior debe ir cruzada a la inferior. A fin de promover la circulación de vapor, se debe evitar comprimir y superponer paquetes y no sobrecargar el autoclave (se debe cargar la cámara al 80% de su capacidad real).

En lotes mixtos, textiles con no porosos, estos últimos deben ir abajo y, si son palanganas que provoquen “zona de sombra”, deberán ir de costado, para facilitar su secado.

El instrumental armado en bandejas, con perforaciones en lateral y fondo, debe ser colocado sobre su base, de manera que mantenga su contenido ordenado.

Los pequeños paquetes se deben ubicar en canastas para mantenerlos en posición vertical y facilitar su procesamiento. En caso de esterilizar líquidos, éstos deben ser procesados en ciclos para líquidos con descarga gravitacional de vapor.

Carga de un autoclave a vapor



Material textil en la parte superior

ACTIVIDAD 3

Complete los espacios en blanco

Si la carga del autoclave no se respeta como se expresa arriba, seguramente sucederá que:

1. El instrumental de ortopedia o pesado salga mojado.

ACCIÓN:

SOLUCIÓN:

2. Puede suceder que algún testigo químico o cinta química, no vire correctamente.

ACCIÓN:

SOLUCIÓN:

3. Si los materiales no los ubico como se explica anteriormente, ¿qué cree que puede suceder, si a la vista no detecta inconvenientes como los mencionados anteriormente?

ACCIÓN:

SOLUCIÓN:

¿Cuáles son las Ventajas del método?

- Produce un rápido calentamiento de los materiales.
- Produce una rápida penetración del vapor especialmente en el material textil.
- Destruye los microorganismos más termorresistentes; registra un breve tiempo de acción.
- No deja residuos tóxicos en los distintos materiales.
- Es económico.
- Resulta de fácil obtención.
- El vapor cede muy fácilmente sus calorías.

¿Cuáles son las desventajas del método?

- No se puede utilizar para elementos metálicos cromados o niquelados.
- No esteriliza sustancias pulverulentas.
- No esteriliza sustancias grasas.
- No esteriliza sustancias plástico sensibles.

¿Cómo se controla este proceso?

- Con controles químicos internos y externos en cada paquete, estos sólo sirven para determinar si pasó o no por el proceso, no determina esterilidad. Resultado inadecuado indica que algo sucedió de manera que el tiempo o la temperatura o la penetración de vapor fueron insuficientes.
- Con controles físicos, estos son los que determinan si los parámetros del proceso fueron alcanzados (presión, temperatura, tiempo). Se realizan en cada ciclo.
- Con controles biológicos en este caso el microorganismo más resistente a este proceso es el Bacilo stearothermophillus, el resultado esperado es que sea negativo o sea que luego de procesado no debe haber crecimiento. Deben realizarse 1 vez la día.
- Controlando la extracción del aire de cámara con el test de Bowie & Dick, debe realizarse diariamente.

¿Qué es la esterilización “flash”?

Este tipo de esterilización permite resolver situaciones de urgencia. No se recomienda su uso en la esterilización de rutina.

La ubicación de éste autoclave, es indistinta, en USA acostumbran colocarlo cerca de las sala quirúrgicas, pero de acuerdo a como se especifica en la norma el accionar posterior a la esterilización y el tipo de contenedor, podemos hacerlo a la distancia que querramos, pero no hay que olvidar que el espíritu de la esterilización flash es para utilizar en urgencias, así que si voy a tardar 20 minutos esperando el ascensor también puedo darle el tiempo de ciclos de rutina. La esterilización flash puede realizarse en cualquier autoclave, lo más conocido es que se realice en autoclaves de “mesa” como suelen llamarse, que son más chicos, de pocos litros. Lleva los mismos controles que cualquier autoclave, no importa el tamaño.

Los materiales a ser procesados consisten en elementos metálicos o de vidrio. No es un factor importante el número de instrumentos a procesar por “flash”; pero, la diferencia está en que a mayor cantidad de materiales el ciclo será más largo debido a que el material tardará más en tiempo llegar a la temperatura.

Lo fundamental para el éxito de estos ciclos radica en cómo manejar el material al finalizar el ciclo, para evitar la contaminación del mismo.

Los pasos a llevar a cabo para procesar un material por “flash” son:

1. Limpieza adecuada del material antes de colocarlo en el equipo.
2. Traslados del material estéril desde el equipo hasta el lugar de uso sin contaminarse. En este caso, actualmente existen diferentes contenedores.
 - a) Los contenedores simples se colocan con la tapa abierta durante la esterilización, pero ubicada de forma tal que pueda cerrarse rápidamente al abrir la puerta del equipo.
 - b) Otro diseño usa válvulas sensibles a la temperatura, que permiten el contacto con el agente esterilizante durante el ciclo, pero automáticamente se cierran cuando la temperatura en la cámara disminuye en la etapa final; por lo tanto el contenedor estará cerrado antes de abrir la puerta del equipo.
 - c) Un tercer diseño tiene válvulas en la base que pueden cerrarse manualmente inmediatamente después de abrir la puerta.

Los pasos en el ciclo “flash” son iguales al tradicional, pero con mínimo o nulo secado. Por lo tanto, debe quedar claro que el tiempo de esterilización propiamente dicho es igual al tradicional.

Según AAMI (*Asociación Americana de Instrumentación Médica*) se establece:

■ Ciclos “flash” por desplazamiento gravitacional:

Para materiales no porosos, 3 minutos a 134° C

Para materiales porosos, 10 minutos a 134° C (Materiales porosos = materiales envueltos)

■ Ciclo “flash” con prevacíos:

Para materiales no porosos, 3 minutos a 134° C

Para materiales porosos, 4 minutos a 134° C

Se debe tener en cuenta que los materiales procesados por “flash” en cualquiera de estos contenedores, por norma, deben utilizarse inmediatamente. En caso que no se utilice el instrumental procesado por éste método, debe volver a procesarse por su ciclo convencional.

¿Cómo procedo con el material esterilizado?

1. Los materiales pueden estar húmedos, por lo tanto es fundamental que se manipulen utilizando toallas o compresas estériles para prevenir daños por el calor y evitar la contaminación.

2. Cuando el material caliente se traslade al lugar donde se va a utilizar, se debe colocar sobre una superficie que haya sido cubierta con un campo estéril impermeable y que no se derrita cuando aquél se apoye.
3. El envoltorio debe ser removido por una persona en forma aséptica.
Como el material seguramente no está seco, no debe almacenarse si no se usa. En ese caso deberá retornar a la Central de Esterilización para ser reprocesado en forma rutinaria.
4. El CDC no recomienda el procesamiento de prótesis implantables por este método.

El método “flash” está normatizado y reconocido por las normas AAMI, la AORN y el CDC.

AAMI además establece que la responsabilidad de la esterilización “flash” debe ser asignada a personal calificado que debe:

- Demostrar vastos conocimientos específicos sobre los sistemas de esterilización utilizados en instituciones de Salud.
- Demostrar competencia en todos los aspectos de la esterilización por vapor (incluyendo limpieza y preparación de los materiales a ser esterilizados, procedimientos y equipamiento de esterilización, precauciones de seguridad y manejo aséptico).

ACTIVIDAD 4

Responder

¿En qué casos utilizaría la esterilización Flash?

.....

¿Es un proceso que puede utilizarse rutinariamente?

.....

¿Necesita contenedor o envoltorios especiales?

.....

¿Dónde debe realizarse la esterilización flash en un equipo ubicado en el quirófano o en la central de esterilización?

.....

PARTE 2 ESTERILIZACIÓN POR CALOR SECO

ESTERILIZACIÓN POR CALOR SECO

Todos los microorganismos, aunque en distinto grado, son susceptibles a la acción del calor. El calor llega a toda la masa, actuando en lugares del material que podrían no ser alcanzados por otros agentes.

El mecanismo de éste como agente esterilizante implica la desnaturalización proteica, la fusión y desorganización de membranas y/o la ocurrencia de procesos oxidativos irreversibles.

Pero, el aire es un mal conductor del calor, y el aire caliente penetra mucho más lentamente que el vapor de agua en materiales porosos.

Las variables principales de un proceso de esterilización por calor son la temperatura y el tiempo de exposición. La destrucción de los microorganismos por el calor no se produce en forma instantánea, existe una relación tiempo - temperatura - condiciones generales del producto a esterilizar.

Según este criterio, los microorganismos pueden clasificarse en dos grandes grupos sobre la base de su resistencia al calor:

1. Células vegetativas, cuya resistencia térmica es relativamente pequeña, bastando por regla general una exposición a 80° C durante 1 minuto para su destrucción.
2. Bacterias esporuladas, capaces de sobrevivir al ser sometidas a temperaturas de 100° C y mayores durante tiempos relativamente largos.

ACTIVIDAD 5

a) Con lo que conoce y leyó hasta ahora, ¿cuál cree es el mejor método de esterilización por calor?:

- calor húmedo (autoclave de vapor)
- calor seco (estufa)

Justifique:.....

b) ¿Ese es el método que elige generalmente? Si () No ()

Si la respuesta es no, ¿cómo cree que podría modificarlo? **Utilice el recuadro de abajo**

Algunos materiales no soportan la esterilización por vapor y deben ser esterilizados por calor seco. Entre los ejemplos figuran la vaselina, los aceites minerales, las grasas, las ceras y los polvos de talco, así como también los metales no inoxidable (niquelados, esmaltados, cromados). Aunque la esterilización por calor seco es uno de los métodos más antiguos que se conocen, no se establecen como rutina ciclos exactos y correctos de tiempo y temperatura, por lo cual su manejo es complejo.

El agente esterilizante es el aire caliente seco. El aire tiene una menor capacidad para tomar, transportar y ceder el calor que el vapor saturado.

De acuerdo con el tipo de indicadores de esterilidad empleados, las condiciones de humedad y otros factores, se ha establecido una amplia gama de tiempos de inactivación. Se sabe que la cantidad de agua que contiene la célula microbiana influye sobre su resistencia a la destrucción con calor seco. Aunque en general se aceptaba que en estados de sequedad extrema las células microbianas resistían mejor la inactivación por calor seco, investigaciones posteriores demostraron que la influencia de la humedad en los procesos de calentamiento en seco es mucho más complicada de lo que antes se anticipaba. No cabe duda, empero, de que hay que obrar con cautela en el diseño de ciclos de esterilización con calor seco para productos hospitalarios y se debe realizar una validación sistemática de la esterilidad con algún método estandarizado aceptado. Las estufas que se usan para la esterilización con calor seco suelen tener control termostático y pueden funcionar con gas o electricidad. Se las debe construir de modo que tengan una correcta circulación de aire para *evitar la estratificación de aire caliente que podría producir sobrecalentamiento en algunas partes y temperaturas no esterilizantes en otras*. En algunos modelos el aire caliente se hace circular con ventiladores, mientras que en otros se obtiene una distribución uniforme del calor por medio de dispositivos de regulación. Dada la variedad de productos esterilizados con calor seco y otras incertidumbres, no es práctico establecer una sola relación tiempo-temperatura. Para materiales farmacéuticos y hospitalarios, las aceptadas son:

- 170° C 1 hora
- 160° C 2 horas

Éstos son tiempos de esterilización propiamente dichos, o sea, el tiempo durante el que se debe mantener a una determinada temperatura el material para provocar la muerte microbiana. A este tiempo hay que sumarle el de precalentamiento, que se supone necesario para que todo el material llegue a la temperatura de esterilización. Este tiempo puede ser de 15 minutos a 3 horas, según la carga. Por ello, la ecuación correcta de esterilizado para calor seco es:

Dónde: $t_{\text{esterilización total}} = t_{\text{precalentamiento}} + t_{\text{esterilización propiamente dicho}} + t_{\text{enfriamiento}}$

Las estufas modernas presentan muy buena aislación térmica, con estantes de malla metálica, y buena distribución térmica que asegura no más de 0,5° C de temperatura de diferencia a distintos niveles dentro de la estufa.

¿Cómo funciona el método?

El aire, al ser calentado en la parte baja de la estufa, disminuye su densidad y asciende hasta la parte superior de la cámara; a su paso toma contacto con los materiales.

Una vez que el aire ha cedido su calor, vuelve a descender (ha aumentado su densidad) hacia la parte inferior de la estufa, donde nuevamente es calentado, y se repite este ciclo hasta que después de un cierto tiempo alcanza temperatura uniforme.

La duración de la exposición al calor para saturar todos los materiales, debido a la lentitud del calor seco, se determinó mediante pruebas experimentales y se concluyó que:

1. Cuanto mayor es el volumen del material (frascos, paquetes de jeringas, instrumental, etc.), mayor es el tiempo de pre-esterilización.
2. Cuanto menor es la conductibilidad del material (talco, caolín, vaselina, aceites, etc.), mayor es el tiempo de pre-esterilización.
3. Si mayor es el espesor y menor la conductibilidad de las paredes del frasco o pote, mayor es el tiempo de pre-esterilización.

4. Cuanto más aplanado y achatado es el volumen o la masa del material a esterilizar, menor es el tiempo de esterilización.

Lo más importante es que todo método de esterilización con calor seco debe ser ensayado sistemáticamente con indicadores biológicos y físicos apropiados para validar el procedimiento. Para conseguir esto se deben emplear cantidades adecuadas de muestras de prueba (cajas de instrumental de diferentes pesos), identificadas según sus posiciones específicas dentro de la estufa, que contengan suficientes cantidades de indicadores biológicos y físicos.

¿Cómo se usa la estufa?

Se debe cargar la estufa de forma tal que:

- No se impida la circulación del aire.
- Los materiales no toquen las paredes, piso y techo de la estufa, ni se toquen entre sí.
- La carga no supere el 80% de la capacidad total de la cámara.

Luego, es necesario:

1. Controlar la temperatura del termostato.
2. Poner en funcionamiento.
3. Dejar enfriar antes de retirar el material.

Tipos de equipos

Deben ser hornos o estufas preferentemente eléctricas, de acero inoxidable, AISI 304 ó 316 con:

- Aislación térmica (poseer doble cámara).
- Estantes cribados.
- Sistemas de circulación forzada de aire, con no más de 2° C de diferencia a distintos niveles dentro de la estufa.
- Indicador de temperatura.
- Alarma luminosa y acústica de fin de ciclo.
- Variador de tiempo en minutos.
- Termorregistrador.

¿Cómo se controla este proceso?

- Con controles químicos internos y externos en cada paquete, estos solo sirven para determinar si pasó o no por el proceso, no determina esterilidad. Resultado inadecuado indica que algo sucedió de manera que el tiempo o la temperatura o la penetración de vapor fueron insuficientes.
- Con controles físicos, estos son los que determinan si los parámetros del proceso fueron alcanzados (temperatura, tiempo). Se realizan en cada ciclo.
- Con controles biológicos en este caso el microorganismo mas resistente a este proceso es el geobacilo atrophaeus, el resultado esperado es que sea negativo o sea que luego de procesado no debe haber crecimiento. Deben realizarse 1 vez a la semana.

Por último, recordar:

1. No se puede ni debe esterilizar material textil por calor seco, pues no es conductor del calor. Por ello, no sólo no se produce la esterilización, sino que además, se pone en peligro de incendio a la estufa y, por ende, a la Central de Esterilización.
2. El material debe ser retirado frío de la estufa, para evitar un cambio brusco de temperatura que provocaría el destempe del instrumental o la rotura del material de vidrio.
3. No se deben esterilizar por estufa gomas, plásticos o agua.

ACTIVIDAD 6

Si tuviera la opción de esterilizar el instrumental por estufa o por autoclave de vapor, ¿qué método elegiría?

.....

.....

.....

¿Es el método que utilizan donde Ud. trabaja? ¿Está de acuerdo?

.....

.....

.....

ACTIVIDAD 7

Elija el método de esterilización por calor según el material y coloque el control de proceso adecuado

MATERIAL	MÉTODO	CONTROL DE PROCESO
CAJA DE ORTOPEDIA		
RESUCITADOR DE SILICONA		
MAMADERA		
CAJA DE LAPAROSCOPIA CON INSTRUMENTAL DE ACERO		
GASAS		
CAJA DE INSTRUMENTAL DE OFTALMOLOGÍA		
VASELINA LÍQUIDA		
SOLUCIÓN DE AZUL DE METILENO		