

## Esterilizadores a vapor I

### Introducción:

La esterilización a vapor es uno de los métodos más antiguos y más ampliamente usados en los hospitales en el mundo. La esterilización a vapor es no contaminante, es seguro y es el método de elección para todos aquellos artículos que no se deterioren con este sistema.

Este es el primero de varios capítulos acerca de la esterilización con vapor que vamos a presentar en nuestra página Web: [www.enfermeraspabellonyesterilizacion.cl](http://www.enfermeraspabellonyesterilizacion.cl)

Este primer capítulo está dedicado a comprender el vapor.

### Producción de vapor:

Muchos de nosotros estamos familiarizados con el término de humedad relativa mirando el reporte del tiempo. Humedad relativa es la cantidad de vapor de agua expresada en porcentaje del total que la atmósfera puede tener a una temperatura determinada. A mayor temperatura, mayor es la cantidad de vapor que puede contener. Si el aire se enfría, se transforma en supersaturado y parte del vapor se condensará como líquido (agua). Cuando la humedad del aire en un día de verano se enfría durante la tarde, se transforma en supersaturado, se condensa, formando niebla o rocío.

El primer esterilizador a vapor fue una olla a presión con su válvula que permite la salida del aire.

El vapor saturado es parecido al aire con un 100% de humedad relativa. Si el vapor saturado es enfriado, el agua se condensará y se transformará en líquido. El vapor saturado tiene otra propiedad importante, la presión ejercida por el vapor saturado es constante para una determinada temperatura y va a variar en directa relación con esta temperatura; esto es, a mayor temperatura habrá mayor presión y viceversa. La presión envuelta en esta relación es presión absoluta generada por el vapor. Cuando un esterilizador está en operación, uno debe controlar la temperatura en la cámara del esterilizador y el manómetro de presión.

La presión absoluta se expresa en libras por pulgada cuadrada (psia) que se refiere a la lectura de la presión de vapor en relación a un vacío perfecto y que ocurre dentro de la cámara del esterilizador. La presión indicada en el manómetro es la presión del manómetro, no la presión absoluta. La presión del manómetro (psig) es igual a la presión absoluta menos la presión atmosférica o presión barométrica.

$$P_{sig} = P_{sia} - P_{atmosférica}$$

La presión atmosférica es alrededor de 15 psi a nivel del mar. De esta forma la presión del manómetro, es la presión dentro de la cámara del esterilizador en relación a la presión atmosférica de la pieza en la cual está ubicado el esterilizador. Cuando la puerta del esterilizador se abre, la presión del manómetro es cero. Cuando la puerta se cierra, el vapor que entra primero empuja el aire hacia fuera. En seguida, la presión sube hasta que iguala alrededor de una atmósfera (15 psi) de "sobrepresión" o presión del manómetro. Esto es equivalente a 121°C. Los esterilizadores más rápidos usan mayores temperaturas de 134°C, que requieren una presión de 45 psia, que a nivel del mar corresponden a 30 psig de presión. Esta relación entre la presión total y la presión del vapor saturado es constante y es una propiedad física del vapor de agua. La tabla de vapor muestra la relación de las condiciones comúnmente encontrada en los hospitales.

Debido a que la presión a nivel del mar es siempre de 15 psi más baja que la presión absoluta, uno puede usar la presión del manómetro y la temperatura equivalente para evaluar la operación del esterilizador. Si el vapor es saturado, la temperatura y presión de la cámara van a estar correlacionadas. Si la presión excede a la temperatura, esto significa que el vapor contiene aire. Si la presión es mas baja que lo que indica la tabla, indica un sobrecalentamiento, lo que significa que el vapor está "seco" y que la transferencia del calor está siendo poco efectiva y será muy ineficiente como esterilizante.

#### Temperaturas y presiones del vapor saturado

Temperatura	Presiones	psia	psig	kPa
121 °C		29.8	15.1	205.8
132 °C		41.9	27.2	288.6
135 °C		45.4	30.7	313.2
140 °C		53.3	38.6	367.6

#### Características del vapor:

Si las características del vapor son menos que óptimas, disminuye la eficiencia en la transferencia del calor y por lo tanto falla el proceso de esterilización. La pureza del vapor, la saturación y la disponibilidad del vapor son importantes variables del proceso.

Otras impurezas que puede contener el vapor incluyen óxido, sarro producido por la dureza del agua entre otros. Existen opiniones diversas si estas influyen en forma significativa en el resultado de la esterilización. Se sabe que estas impurezas pueden oxidar el instrumental.

### **Pureza del vapor:**

El vapor puro no contiene gases, ni agua en forma líquida, ni tampoco partículas sólidas u otros contaminantes. Estos gases pueden condensarse y pueden estar compuestos por dióxido de carbono, nitrógeno, oxígeno o en combinación formando aire. Desde el punto de vista de la esterilización, estos gases y el aire representan un problema de impureza importante.

Otro aspecto importante en la pureza del vapor, es la calidad del vapor o saturación. Esto se refiere a la cantidad de humedad en el vapor. La calidad del vapor es medida en términos de presencia de agua como mezcla sobresaturada versus el vapor seco o sobrecalentado. Los Standard actuales sugieren una calidad de vapor mayor a 97% (97% a 100%), esto quiere decir que el vapor usado para esterilizar debe contener menos de un 3% de agua líquida. Los valores generalmente se expresan 0.97, lo que significa que el vapor es 97% puro y un 3% de agua.

### **Vapor sobresaturado:**

Si la presión del vapor es muy alta con respecto a la temperatura, nos entregará un vapor sobresaturado, esta calidad de vapor, produce "carga mojada". El vapor sobresaturado puede resultar por la llegada de vapor sobresaturado al esterilizador o también puede producirse localmente dentro de la cámara cuando el vapor entra en contacto con la carga fría. Puede haber agua líquida en forma de gotas o niebla. El vapor sobresaturado se condensará al ponerse en contacto con superficies frías interfiriendo con el proceso de esterilización impidiendo la transferencia de calor a los artículos a esterilizar.

### **Vapor sobrecalentado:**

Si al vapor saturado, que es el vapor en equilibrio entre la presión y temperatura que resulta en un porcentaje correcto de humedad, se le disminuye considerablemente la presión, manteniendo la temperatura, se transforma en vapor sobrecalentado.

Si al vapor saturado en un 100%, se le agrega más calor, la temperatura aumenta en cambio la presión casi no se modifica. Esto se debe a que no existe líquido que se pueda vaporizar y de esta forma aumentar la presión. Se necesita muy poca energía calórica para aumentar la temperatura del vapor cuando no hay líquido presente. El vapor que se encuentra a una temperatura mayor que el vapor saturado, se le llama sobrecalentado. Debido a que este vapor no es capaz de condensarse, el vapor sobrecalentado no es capaz de transmitir la energía calórica a los artículos a esterilizar, que normalmente están más fríos, a pesar que su temperatura actual es mayor que la del ciclo de esterilización. También interfiere con la hidratación de los microorganismos, condición necesaria para su destrucción. Pequeñas cantidades de vapor sobrecalentado, generalmente no detectables por los monitores del esterilizador, no interfieren significativamente con la esterilización.

El vapor sobrecalentado puede ser producido en esterilizadores con pre- vacío, cuando en la chaqueta, la presión del vapor está muy alta. No es infrecuente ver temperaturas altas como 149°C en el centro de la cámara de un esterilizador vacío durante el pre-vacío de un ciclo de 132°C. Una vez que el esterilizador es cargado, una pequeña cantidad de energía es transferida

a los artículos, lo que hace bajar la temperatura y rápidamente transforma el vapor sobrecalentado en vapor saturado a 132°C.

El sobrecalentamiento también puede ocurrir cuando se esterilizan paquetes de ropa que han sido almacenados en lugares calientes y secos previo a la esterilización. Otro error es el reesterilizar paquetes sin haberlos lavado previamente. Cualquier material que sea capaz de absorber gran cantidad de humedad, va a entregar calor lo que causará un aumento de la temperatura y llevará al vapor a un sobrecalentamiento. El vapor sobresaturado no sólo interfiere con el proceso de esterilización, sino que, en casos extremos daña las telas.

La eficiencia del vapor sobrecalentado es similar a la eficiencia del esterilizador por calor seco (pupinel). La esterilización por calor seco requiere de temperaturas más altas y tiempos prolongados que la esterilización a vapor.

### **Suministro de vapor**

Las variaciones en la presión de vapor pueden afectar el tiempo que demora la cámara en alcanzar una temperatura uniforme. Las variaciones de la presión pueden deberse a filtros tapados, deficiencia en el diseño de las líneas o excesiva demanda de vapor. Pueden presentarse problemas cuando empieza el clima frío y el vapor se ocupa para calefaccionar el edificio.

### **Aire de la cámara**

La eficiencia de la esterilización con vapor está relacionado con la rapidez y la eficacia con que se remueve el aire de la cámara. Los esterilizadores que remueven el aire por gravedad, son menos eficientes que los esterilizadores con pre-vacío. Casi todo el aire es removido de la cámara y es reemplazado por vapor, el que entra en contacto con los artículos a esterilizar por un determinado período de tiempo.

Con el fin de detectar fallas en la remoción del aire dentro de la cámara, apareció el test de Bowie-Dick.

El aire atrapado dentro de la cámara del esterilizador es uno de los problemas más serios en el proceso de esterilización. Las fluctuaciones de la temperatura dentro de la cámara, son frecuentemente signos de que el aire ha sido removido en forma incompleta. Las bolsas de aire no son detectadas por el control normal de la temperatura, debido a que la temperatura por lo general se mide solamente en la línea de drenaje.

La ineficiencia en la remoción del aire de la cámara hace que algunos artículos dentro de la cámara demorarán mucho en alcanzar la temperatura deseada, lo que normalmente no es detectada por las termocuplas que miden la temperatura. Casi todas las cargas en un esterilizador dejan sitios más fríos, lo que varía con la composición de la carga y la cantidad de carga. Como una forma de compensar las posibles pequeñas fallas que puedan presentarse, el fabricante del esterilizador diseña los ciclos de esterilización con un tiempo de exposición que es el doble del requerido. El análisis del conjunto de los controles mecánicos, biológicos y químicos ayudan a evaluar la efectividad del ciclo.

**Bibliografía:**

Manual de Normas de Esterilización y Desinfección, 1995, Ministerio de Salud de Chile.

AAMI Association for the Advanced of Medical Instrumentation, Technical information report, Fundamentals of Sterilization.

Sterilization Technology for Health Care Facility, second edition, Marimargaret Reichert; 124- 133

Principles and Methods of Sterilization in Health Sciences; John J. Perkins, Second Edition; p 95- 121.

Saturated Steam, Charles O. Hancock. Presentado en el Congreso Mundial de Esterilización de 1999, Orlando Florida.