

Esterilización por óxido de etileno y plasma peróxido de hidrógeno: análisis de costos y su impacto en quirófano

Sterilization by ethylene oxide and hydrogen peroxide plasma: cost analysis and its impact in the operating room

Bossie Matías J.

Servicio de Farmacia y Esterilización. Hospital Interzonal Especializado Materno Infantil “Don Victorio Tetamanti”, Mar del Plata, Buenos Aires
tute2810@gmail.com

Rach Alejandra S.

Servicio de Farmacia y Esterilización. Hospital Interzonal Especializado Materno Infantil “Don Victorio Tetamanti”, Mar del Plata, Buenos Aires
alejandrasrach@gmail.com

Resumen

Introducción: La esterilización por métodos de baja temperatura tienen un costo elevado, la identificación de las actividades e insumos implicados constituye una oportunidad para la optimización de estos y diseñar estrategias de mejora a futuro. **Objetivos:** Evaluar los costos de los métodos de esterilización óxido de etileno (OE) y plasma peróxido de hidrógeno (PPH). Comparar frecuencia de uso de ambos por QX antes y después del análisis de costos. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal en julio de 2022 en el Hospital Interzonal Especializado Materno Infantil “Don Victorio Tetamanti” de la ciudad de Mar del Plata. Se calcularon los costos directos (CD), indirectos (CI), y total (CT), para esterilización por OE y PPH. Se elaboró una base de datos ad hoc para registrarlos materiales utilizados, el personal y el tiempo de realización de cada etapa. Se diseñó un “paquete prueba” (PP) de dimensiones establecidas similar a los procesados diariamente y en base a este se determinó la cantidad de unidades esterilizadas de PP para el 80% de capacidad de cada equipo. Se calcularon los costos de tener un PP esterilizado y al 80% de capacidad por cada etapa de los métodos. Se revisó y registró la cantidad de cargas realizadas por QX durante el período mayo junio 2022 y del período posterior al análisis de costos agosto/septiembre 2022. **Resultados:** CD, CI, CT de OE respectivamente: por PP (\$1127.3; \$4880.5; \$6007.8), 80% capacidad (\$4602.2; \$4880.5; 9482.7). CD, CI, CT de PPH respectivamente: por PP (\$7047.6; \$3205; \$10252.6), 80% capacidad (\$7345.6; \$3205; \$10550.6). Pesos argentinos Julio 2022. **Discusión:** El papel Tyvek^R tiene una relación cantidad /costo invertida en relación al pouch usado en OE. El cartucho OE usado por carga es 10 veces más económico que el par de celdas usadas por carga en PPH. Estas diferencias de costos entre métodos se ven más acentuadas al comparar la cantidad de PP admitidos debido a las capacidades de sus cámaras. En nuestro caso se observó un cambio de frecuencia de uso de ambos métodos PPH implica mayor costo que OE por PP y a igual capacidad. No se encontraron trabajos similares para hacer comparación. Como limitación no se tomó en cuenta el lavado (CD) y compra de máquinas, amortización y servicios (CI) con lo que daría un CT mayor. **Conclusión:** El PPH es el método de mayor impacto económico y es por esto que su manejo apropiado dentro de la CE es de vital importancia.

Palabras Clave: Costos, Esterilización, Óxido de etileno, peróxido de hidrógeno, quirófano.

Summary

Introduction: Sterilization through low-temperature methods entails high costs. Identifying the activities and inputs involved presents an opportunity for optimizing these processes and designing future improvement strategies.

Objectives: Evaluate the costs of ethylene oxide (EO) and hydrogen peroxide plasma (HPP) sterilization methods. Compare the frequency of use of both by the surgical unit before and after cost analysis.

Materials and Methods: An observational, descriptive, cross-sectional study was conducted in July 2022 at the Maternal and Child Interzonal Hospital "Don Victorio Tetamanti" in the city of Mar del Plata. Direct costs (DC), indirect costs (IC), and total costs (TC) were calculated for EO and HPP sterilization. An ad hoc database was developed to record the materials used, personnel involved, and time taken for each stage. A "test package" (TP) of established dimensions similar to those processed daily was designed, and based on this, the number of sterilized TP units was determined for 80% capacity of each equipment. The costs of sterilizing a TP and running it at 80% capacity for each stage of the methods were calculated. The number of loads performed by the surgical unit was reviewed and recorded during the May-June 2022 period and the period following the cost analysis in August/September 2022. **Results:** DC, IC, TC for EO respectively: per TP (\$1127.3; \$4880.5; \$6007.8), 80% capacity (\$4602.2; \$4880.5; \$9482.7). DC, IC, TC for HPP respectively: per TP (\$7047.6; \$3205; \$10252.6), 80% capacity (\$7345.6; \$3205; \$10550.6). Argentine pesos, July 2022.

Discussion: TyvekRR paper shows an inverted quantity/cost relationship compared to the pouch used in EO sterilization. The EO cartridge used per load is 10 times cheaper than the pair of cells used per load in HPP. These cost differences between methods are more pronounced when comparing the number of TP units admitted due to the capacities of their chambers. In our case, a change in frequency of use of both methods was observed; HPP implies a higher cost than EO per TP and at equal capacity. No similar studies were found for comparison. As a limitation, washing costs (DC) and the purchase of machines, depreciation, and services (IC) were not considered, which would result in a higher TC. **Conclusion:** HPP is the method with the greatest economic impact, and therefore, its proper management within the Sterilization Department (SD) is of vital importance.

Key words: Costs, Sterilization, Ethylene oxide, hydrogen peroxide, operating room.

Introducción

La central de esterilización (CE) es una unidad con responsabilidad, pues de ella depende que los materiales e instrumentos que se utilicen en las intervenciones quirúrgicas lleguen al quirófano (QX) en perfectas condiciones de esterilidad, con el fin de garantizar que no se conviertan en la causa de infecciones nosocomiales de localización quirúrgica ⁽¹⁾. El QX es uno de los servicios del hospital que más utiliza los métodos de esterilización de baja temperatura debido a la naturaleza de los materiales quirúrgicos. Al tratarse de métodos de alta complejidad y de costo elevado resulta importante lograr identificar las actividades e insumos de mayor costo operativo ⁽²⁾.

El costo es un concepto contable que adjudica un valor a los recursos para una actividad o servicio, generalmente constituido por el resultado de las cantidades multiplicadas por los precios ⁽³⁾ y simboliza el gasto económico que se realiza para la producción o fabricación de algún producto. Existen dos clases de costos: los directos y los indirectos. Los costos directos (CD) son los que influyen de manera directa en la realización de un producto, mientras que los costos indirectos (CI) corresponden a los gastos generales

necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los CD. El costo total (CT) resulta de la sumatoria de CD y CI ⁽⁴⁾.

Es necesario resaltar que, en una política de control de costos sanitarios, es importante la evaluación económica de las tecnologías ya que se debe prestar un servicio de calidad ⁽⁵⁾. La identificación de los costos y gastos asociados a las actividades de la CE constituye una oportunidad para la optimización de los recursos y la asignación del valor real de la prestación del servicio como así también plantear planes de mejora a futuro ⁽²⁾. Hay escasa evidencia donde se comparan los costos de los métodos de esterilización, específicamente, los referidos a los métodos de baja temperatura como lo son el óxido de etileno (OE) y el plasma peróxido de hidrógeno (PPH), y que, como se mencionó previamente, son de tecnología de alta demanda económica con lo cual es la justificación y espíritu de este trabajo evaluar los costos de los métodos de esterilización OE y PPH en un hospital de alta complejidad (nivel 8) y comparar la frecuencia de uso de ambos métodos por el Servicio de QX antes y después del análisis de costos.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal en julio de 2022 en el Hospital Interzonal Especializado Materno Infantil “Don Victorio Tetamanti” de la ciudad de Mar del Plata, Buenos Aires. Por un lado, se calcularon los CD y CI de las actividades correspondientes a los procesos de esterilización de baja temperatura que están disponibles en la CE de la Institución (OE y PPH) y, por otro lado, se calculó la frecuencia de uso de estos por parte del Servicio de QX comparando los meses de mayo-junio y agosto-septiembre del mismo año. Para ello se elaboró una base de datos mediante una planilla de cálculos, en donde los mismos que se presentan a continuación, fueron ingresados y relacionados entre sí mediante fórmulas aritméticas.

Se identificaron y registraron dentro de cada etapa los materiales utilizados, el personal involucrado como así el tiempo de realización de cada una de ellas. Como CD se incluyeron las etapas de acondicionamiento (papel grado medico tipo pouch/papel Tyvek[®], etiqueta trazabilidad), recurso humano, elementos de bioseguridad (guantes/delantal neopreno, máscara y filtro para OE) y el ciclo de esterilización propiamente dicho (indicadores físicos/químicos/biológicos y cartucho de gas OE/cassette de peróxido de hidrógeno) y como CI se incluyeron el mantenimiento del equipo esterilizador y del sistema informático Baxen DAT[®] Esterilización 8S (sistema de registro y etiquetado).

Se diseñó un “paquete de prueba” (PP) teórico que consistió en una unidad esterilizable acondicionada de dimensiones establecidas por nosotros (40 cm largo x 40 cm ancho x 4 cm espesor) y de un determinado volumen (6.4 lts). En base a este se determinó la cantidad de unidades esterilizadas de PP para el 80% de capacidad de cada máquina esterilizadora. Se calculó el CD, CI y CT de obtener un PP esterilizado en las condiciones establecidas y el correspondiente al 80% de capacidad por cada etapa de los métodos OE y PPH. En relación con los materiales utilizados, se averiguó, según su código identificador provincial (VADEME), el costo de cada uno de ellos y la unidad mínima de venta. Con respecto a los elementos de bioseguridad utilizados en OE, para determinar su costo requerido para esterilizar un PP, se consideró el uso en minutos y se relacionó con el costo anual de cada uno de estos. Para los filtros de la máscara de OE se consideró la vida útil según especificación (40 horas) y se relacionó el tiempo de uso en el PP con su costo. Respecto al personal técnico interviniente de la CE, se identificó cada parte del ciclo (recepción, control, etiquetado/registro y carga/descarga), se estimó el tiempo de cada acción y se lo ponderó relacionándolo con el salario de Técnico en Esterilización. Por otro lado, en cuanto a los CI, se consideró al abono del

mantenimiento de los equipos esterilizadores el cual es un servicio de costo anual para el PPH y semestral para el OE. En base a estos se calculó el costo diario de cada uno. Además, se calculó el costo diario correspondiente al servicio del sistema informático Baxen DAT® Esterilización 8S (sistema de registro y etiquetado) el cual es un servicio mensual.

Se presentó el análisis de costos al Servicio de QX y se tomó registro del número de cargas utilizadas por dicho servicio de cada método de esterilización detallado. Por un lado, se realizó un relevamiento de la cantidad de cargas antes del análisis de costos (mayo - junio 2022) y post análisis (agosto - septiembre 2022) para evaluar la frecuencia de uso de estos. Todos los valores monetarios se encuentran en pesos argentinos (\$AR) de julio 2022 (1 \$US = \$AR 326)

Resultados

En función de la ocupación del 80% de las capacidades de las cámaras esterilizadoras se pudo cuantificar la cantidad de PP siendo 53 y 12 para el método OE y PPH, respectivamente Tabla 1.

Tabla 1: Capacidades de cámaras esterilizadoras			
Método de esterilización	100% volumen de cámara (lts)	80% volumen de cámara (lts)	Cantidad PP esterilizados al 80% capacidad
OE	430	344	53
PPH	100	80	12

Los CD del método OE fueron de 2441,71 \$AR en la etapa de envasado, 1620,70 \$AR en la etapa de ciclo y 539,81 \$AR en recurso humano interviniente, considerando el 80% de la ocupación de la cámara con PP. Tabla 2, 3 y 4.

Tabla 2: Insumos etapa de envasado - costos directos método OE -					
Descripción insumo	Código VADEME	Precio por unidad de venta (\$AR)	Unidad mínima de venta	Cantidad utilizada por PP	Dinero utilizado por PP (\$AR)
Papel grado médico tipo pouch 40 cm ancho con indicador químico externo (calor húmedo/OE)	YA264235	22250	20000 cm	40 cm	44.5
Etiqueta fondo blanco para transferencia térmica	HD030001	1573	1000 etiquetas	1 etiqueta	1.57

Costo etapa envasado por PP = \$AR 46.07

Costo etapa envasado al 80% capacidad de PP = \$AR 2441.71

Tabla 3: Insumos etapa de ciclo - costos directos método OE -

Descripción insumo	Código VADEME	Precio por unidad de venta (\$AR)	Unidad mínima de venta	Cantidad utilizada por PP	Dinero utilizado por PP (\$AR)
Óxido de etileno 100% 160 gr en cápsula de aluminio sin barniz interior	YF380308	735	1 cápsula	1 cápsula	735
Indicador integrador (concentración, temperatura, tiempo y humedad relativa) tipo 5 en tira de papel	YH400001	4.84	250 tiras	1 tira	4.84
Indicador biológico autocontenido con esporas <i>Bacillus atrophaeus</i>	YI100302	319.44	30 ampollas	1 ampolla	319.44
Hoja A4 para registro impresión	P0101116	605	500 hojas	1 hoja	1.21
Filtro para mascara protectora	E8401147	12521,99	2 filtros	2 minutos	10.43
Máscara monofiltro para protección	YF390303	12121	1 mascara	2 minutos	0.05
Guantes de neoprene para protección	D3104114	4678,16	2 guantes	2 minutos	0.02

Delantal de neoprene para protección

D3104113

18906,25

1 delantal

2 minutos

0.07

Costo etapa ciclo por PP = \$AR 1071.06

Costo etapa ciclo al 80% capacidad de PP = \$AR 1620.70

Tabla 4: Insumos recurso humano interviniente - costos directos método OE -

Descripción de acción	Tiempo insumido en PP (min)	Tiempo insumido al 80% capacidad de PP (min)	Sueldo Técnico en Esterilización (\$AR)	Sueldo Técnico en Esterilización por minuto (\$AR)
Recepción	1	53	80000	1.85
Control	2	106		

Codificación y etiquetado	2	106		
Carga y descarga	0.5	26.5		
Costo etapa recurso humano por PP = \$AR 10.19				
Costo etapa recurso humano al 80% capacidad de PP = \$AR 539.81				

En la tabla 5 se describen los CI del método OE siendo de un valor de 4880.5 \$AR, considerando el 80% de la ocupación de la cámara con PP.

Tabla 5: Insumos mantenimiento - costos indirectos método OE -					
Descripción insumo	Código VADEME	Precio por unidad de venta (\$AR)	Unidad mínima de venta	Cantidad utilizada por PP	Dinero utilizado por PP (\$AR)
Abono mantenimiento de equipo esterilizador	TESTE007	77910	1 service	1 service	2597
Sistema informático de gestión de datos y código de barras para central de esterilización	NTC00001	68505	1 service	1 service	2283.5
Costo etapa mantenimiento por PP = \$AR 4880.5					
Costo etapa mantenimiento al 80% capacidad de PP = \$AR 4880.5					

Los CD del método PPH fueron de 202.92 \$AR en la etapa de envasado, 7020.52 \$AR en la etapa de ciclo y 122.22 \$AR en recurso humano interviniente, considerando el 80% de la ocupación de la cámara con PP. Tabla 6, 7 y 8.

Tabla 6: Insumos etapa de envasado - costos directos método PPH -					
Descripción insumo	Código VADEME	Precio por unidad de venta (\$AR)	Unidad mínima de venta	Cantidad utilizada por PP	Dinero utilizado por PP (\$AR)

Rollo bilaminado de Tyvek® 40 cm ancho con indicador químico externo	YDZ46406	26842,2	7000 cm	40 cm	15.34
Etiqueta fondo blanco para transferencia térmica	HD030001	1573	1000 etiquetas	1 etiqueta	1.57
Costo etapa envasado por PP = \$AR 16.91					
Costo etapa envasado al 80% capacidad de PP = \$AR 202.92					

Tabla 7: Insumos etapa de ciclo - costos directos método PPH -

Descripción insumo	Código VADEME	Precio por unidad de venta (\$AR)	Unidad mínima de venta	Cantidad utilizada por PP	Dinero utilizado por PP (\$AR)
Cassette peróxido	YZ401001	37978,89	10 celdas	2 celdas	7595.78
Indicador biológico de lectura rápida	YI100304	112	50 ampollas	1 ampolla	112
Indicador integrador en tira de papel para proceso de peróxido de hidrogeno	YH400003	11.53	250 tiras	1 tira	11.53
Hoja A4 para registro impresión	P0101116	605	500 hojas	1 hoja	1.21
Costo etapa ciclo por PP = \$AR 7020.52					
Costo etapa ciclo al 80% capacidad de PP = \$AR 7020.52					

Tabla 8: Insumos recurso humano interviniente - costos directos método PPH -

Descripción de acción	Tiempo insumido en PP (min)	Tiempo insumido en 80% capacidad de PP (min)	Sueldo Técnico en Esterilización (\$AR)	Sueldo Técnico en Esterilización por minuto (\$AR)
Recepción	1	12	80000	1.85
Control	2	24		
Codificación y etiquetado	2	24		

Carga y descarga	0.5	6		
Costo etapa recurso humano por PP = \$AR 10.19				
Costo etapa recurso humano al 80% capacidad de PP = \$AR 122.22				

En la tabla 9 se describen los CI del método PPH siendo de un valor de 3205 \$AR, considerando el 80% de la ocupación de la cámara con PP.

Tabla 9: Insumos mantenimiento - costos indirectos método PPH -					
Descripción insumo	Código VADEME	Precio por unidad de venta (\$AR)	Unidad mínima de venta	Cantidad utilizada por PP	Dinero utilizado por PP (\$AR)
Abono mantenimiento de equipo esterilizador	TESTE008	331740	1 service	1 service	921.5
Sistema informático de gestión de datos y código de barras para central de esterilización	NTC00001	68505	1 service	1 service	2283.5
Costo etapa mantenimiento por PP = \$AR 3205					
Costo etapa mantenimiento al 80% capacidad de PP = \$AR 3205					

Al evaluar los CT en ambos métodos (tabla 10) se puede observar que el PPH presenta un mayor valor respecto del OE (10550.66 \$AR vs 9482.72 \$AR).

Tabla 10: Costo total por método de esterilización		
Método de esterilización	Costo total por PP	Costo total al 80% capacidad de PP
	(\$AR)	(\$AR)
OE	6007.82	9482.72
PPH	10252.62	10550.66

Tabla 11: Cargas OE - PPH utilizadas por el Servicio de Quirófano				
Método de esterilización	Mayo – Junio 2022		Agosto – Septiembre 2022	
	Cantidad de cargas	Cantidad de cirugías	Cantidad de cargas	Cantidad de cirugías
OE	54	415	69	409
PPH	70		40	

Discusión

La distribución de la carga dentro del esterilizador debe permitir la libre circulación del agente esterilizante en la cámara con lo cual se recomienda que la misma, constituida preferentemente por materiales de tamaño semejantes, no debe superar el 80% de la capacidad total y por tal motivo se realizó el cálculo del costo a dicho porcentaje en función de las características de los equipos esterilizadores.

Los costos directos resultaron ser mayores en el método PPH respecto del OE tanto en la etapa de envasado (tabla 2 y 6) como en la etapa ciclo. Sin embargo, cuando se evalúa los costos directos en función al recurso humano, el método OE presenta mayores valores que PPH.

Una de las causas de lo anterior, el papel Tyvek® (PPH) es más costoso que el pouch utilizado en OE y se debe básicamente al material con el cual está diseñado (polietileno de alta densidad). Sumado a esto, la bobina de papel Tyvek® trae menos cantidad de embalaje en comparación al pouch para OE. Por otro lado, el cartucho de OE que se usa por carga es prácticamente diez veces más económico que el par de celdas que se utilizan por carga en PPH. Estas diferencias de costos entre métodos se ven aún más acentuadas al comparar la cantidad de PP que admite cada método debido a las capacidades de sus cámaras.

Para obtener igual cantidad de unidades estériles por PPH que en el método OE se debería invertir \$AR 36048.08 más.

Hay que tener en cuenta que los materiales que se esterilizan para las intervenciones quirúrgicas deben tener doble envoltura para asegurar no solo el aislamiento frente a los microorganismos, sino también frente al polvo, roturas, condiciones adversas o accidentes. Esto hace que el costo correspondiente al uso del embalaje debe duplicarse con lo cual resultan más costosos los procesos.

De todo lo anterior resulta que el método PPH es más costoso que OE por PP al 80% de capacidad. Asimismo, si bien se realizó la comparación en un periodo acotado, se pudo observar un cambio de frecuencia de uso de los métodos de esterilización OE y PPH por parte del Servicio de QX a raíz de la exposición y explicación del presente trabajo de costos. El mismo no tiene relación con la cantidad de cirugías, ya que, prácticamente se mantuvo similar. Se identificó un mayor uso de OE en relación con una menor cantidad de cargas de PPH. Esto se debió a posiblemente una mejor organización de dicho Servicio en cuanto a la entrega de material para esterilizar por OE, el cumplimiento de los tiempos de desorción/aireación para el retiro de estos de la CE y de utilizar el PPH para urgencias o para cuando realmente el material requiera dicho método.

El presente se trata de un estudio inicial surgido de incógnitas básicas y por lo tanto cuenta con varias limitaciones que podrían considerarse a futuro para desarrollar un trabajo mucho más enriquecedor y con lo que claramente nos daría un costo total mayor de cada proceso de esterilización. En principio podemos decir

que no se tomó en cuenta las acciones de lavado y envasado propiamente dicho, ya que a la CE llegan los materiales limpios, secos y acondicionados provenientes del Servicio de QX de nuestra Institución. Tampoco se consideraron ciertos CI (tabla 5 y 9) como la compra de las máquinas esterilizadoras, la amortización de estas, consumo de agua, electricidad y teléfono, por la imposibilidad de acceder a ellos. Siguiendo con estos últimos limitantes y siendo más minuciosos con respecto al método OE tampoco consideramos los residuales del óxido de etileno en los materiales (PPH no deja residuo), el mayor tiempo en liberación del producto (48 hs) en un ambiente controlado y separado del resto (PPH deja el producto listo para utilizar), el control ambiental de óxido de etileno para brindar seguridad de trabajo al operario (PPH es un método no tóxico).

Conclusión

Realizar un análisis de costos implica conocer los procesos y actividades que se llevan a cabo en la CE y los insumos necesarios para ello. La implementación de dicho análisis, para la consolidación de la información financiera, nos permite la gestión eficiente de los procesos que suceden dentro de la CE para llevar un seguimiento económico y además de promover el uso racional de los recursos.

Al ser el PPH el método de mayor impacto económico en la gestión de nuestra CE, su uso justificado es de vital importancia.

Bibliografía

- 1 Grupo Español de Estudio sobre Esterilización. Guía de funcionamiento y recomendaciones para la central de esterilización [Internet]. G3E; 2018 [Consultado 22 Nov 2021]. Disponible en: <https://www.enfermeriaaps.com/portal/wp-content/uploads/2020/01/Gu%C3%ADa-de-funcionamiento-y-recomendaciones-para-la-central-de-esterilizaci%C3%B3n.-Grupo-Espa%C3%B1ol-de-Estudio-sobre-Esterilizaci%C3%B3n-2018.pdf>
- 2 Ospina Prieto LA, Molina Ardila JP, Ruiz Carrero CA, Peña Conde JU. Análisis de costos del proceso de esterilización de baja temperatura (peróxido de hidrógeno) a partir del sistema de costeo basado en actividades en un hospital de IV nivel de Bogotá [Internet]. 2018 [consultado 2022 mar. 17]. Disponible en: <http://repositorio.fucsalud.edu.co/handle/001/684>
- 3 Heredia Gutiérrez DC. Metodología de costeo basado en las actividades para confecciones. Económicas CUC [Internet]. 2008 [Consultado 22 Nov 2020];29(1):79-104. Disponible en: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/economicascuc/article/view/1229>
- 4 - Centy Gutiérrez AL. Relación de costos de preparación y compra de insumos médicos en la central de esterilización del iren sur Arequipa [tesis]. Lima, Perú: Universidad Norbert Wiener; 2022. Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/6840>
- 5 Lucena Vasconcelos E. Comparación del coste de los diversos métodos de esterilización para material termosensible utilizados en la Central de Esterilización del Hospital Universitario San Cecilio de Granada [Internet]. Granada: Universidad de Granada; 2010 [consultado 2021 mar. 17]. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/handle/10481/15468>

