

ACCION GERMICIDA DE LOS RAYOS ULTRAVIOLETA

*PABLO BONILLA-ALVARADO
 **BLANCA ZETINA-VELEZ
 ***LUIS PÉREZ-TAMAYO
 **VÍCTOR MANUEL MENDOZA-FERIA
 ****MANUEL LEDEZMA-RAMÍREZ
 *****JUAN MODESTO SÁNCHEZ-SALINAS
 *****JUSTINO VÁZQUEZ-FERNÁNDEZ

RESUMEN

Para evaluar el efecto germicida de la Luz Ultravioleta sobre el material de anestesia se diseñó y elaboró un gabinete especial con lámparas de mercurio que producen LUV en una longitud de onda de 2,600 a 2,400 UA°. En el que se trató un grupo de 18 sondas orotraqueales tipo Magill; las cuales se muestrearon y cultivaron en la superficie exterior y en la interior, nueve sondas se expusieron a la acción del Cidex en tiempos de 10, 20 y 30 minutos. Las nueve sondas restantes se expusieron a la radiación de la Luz Ultravioleta a intensidades conocidas durante el mismo tiempo del grupo anterior. Observándose diferencias significativas a favor de la Luz Ultravioleta en donde las cuentas de colonias fueron negativizadas, tanto en la superficie exterior como en la superficie interior.

Palabras claves: Rayos ultravioleta, acción germicida, acción antiséptica.

SUMMARY

An ultraviolet light (UVL) device for sterilization of the anesthesia accessories was evaluated at the Specialties Hospital at "La Raza" Medical Center.

The device produces UVL which varies Between 2,600 to 2,400 wavelength A° units.

Sample were taken from the inside and outside surfaces of eighteen endotracheal tubes and bacterial cultures were carried out. The tubes (n = 9) had been subjected previously to the action of Glutaraldehyde (Cidex) solution 10, 20 and 30 minutes and to the action of UVL (n = 9). There was a significant statistical difference between the two groups. It seems that UVL is effective as a sterilization procedure.

Key words: Ultraviolet light: sterilization action, antiseptic action.

Son variados los factores que influyen en la producción de las infecciones intrahospitalarias y entre ellos se atribuye un papel importante al instrumental empleado por el anestesiólogo, el cual puede introducir directamente a las vías respiratorias inferiores, gran cantidad de bacterias, de sus manos o del material que utiliza (sondas endotraqueales, tubos corrugados, mascarillas, etc.) A esto debemos agregar que los pacientes sometidos a cirugía, con mucha frecuencia sufren alteraciones que modifica la respuesta inmunológica,

patología y terapéutica instituida: antibióticos, corticoides, inmunodepresores, anestesia.²

Se han probado varios procedimientos para la desinfección y esterilización del instrumental usado en anestesia, éstos van desde el simple lavado, hasta otros cuya complejidad incluye gran inversión de tiempo, equipo y que incluso disminuyen la vida útil del equipo esterilizado, mismos que a continuación mencionamos.

Ebullición por 3 minutos o la Autoclave: Es deletéreo para nuestro instrumental de plástico y caucho.³

*Médico Becario.

**Médico de anestesiología.

***Jefe del Departamento de Anestesiología.

*****Becario de la Maestría de Ingeniería Biomédica del Centro de Estudios Avanzados del I.P.N.

*****Jefe de Sección del Laboratorio de Microbiología. Hospital General.

****Médico nefrólogo.

Trabajo recibido del Hospital de Especialidades. Centro Médico "La Raza".

Recibido: 10 de febrero de 1985. Aceptado: 29 de mayo de 1985.

Sobretiros: Luis Pérez Tamayo. Departamento de Anestesiología. Hospital de Especialidades Centro Médico "La Raza".

Jacarandas y Calzada Vallejo. México, D.F. C.P. 02990.

Alcohol al 70 o 90%: Destruye bacterias vegetativas incluyendo el bacilo de la tuberculosis; esporas y virus no son destruidos y pierde potencia muy rápidamente.

Iodo y sus compuestos: Tienen acción microbicida rápida, no esporocida, mancha y corroe el caucho y plástico. Sufre cambios de un día para otro.³

Agentes mercuriales: Son bacteriostáticos y rápidamente son inactivados por materias orgánicas.

Compuestos fenólicos: Son buenos germicidas y virucidas pero no esporocidas, a diluciones efectivas se absorben por el caucho y son muy irritantes para mucosas y piel.³

Compuestos del amonio cuaternario: Antisépticos, que no destruyen el bacilo de la tuberculosis, ni esporas, ni enterovirus y rápidamente pierden potencia especialmente en presencia de proteínas.³

Formaldehído: Excelente desinfectante pero penetra el caucho y es de olor repulsivo y altamente irritante y tóxico para los tejidos.⁴

Gluteraldehído amortiguado (CIDEX): Es una preparación excelente para esterilización en frío, mata microorganismos vegetativos, incluyendo al bacilo de la tuberculosis y esporas, no se altera en presencia de materia orgánica, su olor es menos desagradable que el del formaldehído, no corroe el metal ni es perjudicial para el caucho y el plástico, la disminución del crecimiento de colonias se inicia después de exponer el material al cidex durante sólo 2 minutos. La duración óptima de la preparación es de 14 días, sin embargo, presenta los inconvenientes de ser muy irritante para la piel, su manejo amerita el uso de guantes y un completo enjuague del material posterior a la esterilización.⁴

Esterilización con gas oxido de Etileno (ETO): Este agente es excelente para esterilizar todo tipo de material que no puede sumergirse en líquidos o someterse al calor. Mata todos los microorganismos, incluyendo bacilo tuberculoso y esporas, sin embargo, es altamente tóxico y puede reaccionar químicamente con los plásticos. Requiere un gran periodo de aireación por lo que hace necesaria la duplicación de equipo. En un estudio de Rendell - Baker se recomienda airear el equipo de anestesia, esterilizado de esta manera, durante no menos de 7 días. Ya que el ETO puede ser absorbido por el caucho o plástico y producir serias quemaduras especialmente en la tráquea o a las manos del anestesiólogo.³

Betapropiolactona: Es un gas que utilizado como agente esterilizante es excelente, pero que ha caído en desuso por sus propiedades carcinogénicas.

Después de su origen, la vida sobre nuestro planeta ha estado íntimamente ligada a las radiaciones solares, las cuales además de sus efectos benéficos ejercen también otros deletéreos; los más característicos de éstos son la inhibición del crecimiento y la división celular producidos por la fracción más energética de la radiación solar, la ultravioleta. Este fenómeno ha sido observado en

bacterias, protozoarios, hongos, algas, células vegetales y animales.⁸

Los rayos ultravioleta (RUV) son radiaciones invisibles que están comprendidas entre las longitudes de onda de 4,000 a 1,800 unidades angstrom (UA°). Se dividen en RUV de onda ultracorta (1,800 a 2,900 UA°) son considerados como rayos actínicos o fotoquímicos. Los efectos laterales son producidos por aquellas radiaciones menores de 2,900 UA°, su acción destructora se ejerce también sobre las toxinas.¹ La longitud de onda con más eficiencia bactericida es la comprendida entre los 2,600 y 2,400 UA°. El efecto varía según el microorganismo y el tiempo de exposición a la luz. Los gérmenes que viven en organismos animales son los más rápidamente afectados.⁶ Los que viven libres en la naturaleza se adaptan a la luz solar y desarrollan cierta resistencia a la radiación.¹

Desde años atrás se ha utilizado a los rayos ultravioleta como método terapéutico y recientemente se han aprovechado sus efectos germicidas para la desinfección de algunos quirófanos en los EE.UU., con buenos resultados,³ así como también en la desinfección del agua.⁹

Tomando en cuenta la utilidad y los peligros de los métodos de desinfección existentes hasta la actualidad, buscamos un procedimiento que sin disminuir la efectividad sea de fácil aplicación, bajo costo, carente de toxicidad y que no destruya el instrumental de anestesia, para lo cual implementamos y comparamos un método fotoquímico.

MATERIAL Y METODO

Para un reporte preliminar, tomamos 18 sondas orotraqueales de caucho, con globo, tipo Magill, las cuales fueron divididas en dos grupos, con tres subgrupos de tres sondas cada uno. El grupo uno fue esterilizado con Cidex. El grupo dos para ser tratado con radiación ultravioleta. Para su mejor manejo se tomaron dos áreas, como área uno se consideró la superficie externa de la sonda y área dos la superficie interna de la misma.

Las sondas fueron sometidas a lavado mecánico en el exterior y en el interior con cepillo, jabón líquido germicida (Lab. West de México) y agua corriente. Posteriormente se ensayó el tratamiento de esterilización a los 10, 20 y 30 minutos en ambos procedimientos. En el método con Cidex se utilizó agua corriente para retirar los residuos. Todo el manejo fue con técnica estéril para los dos grupos.

Las muestras se tomaron de cada una de las áreas en que se dividieron las sondas de la siguiente manera: Antes del lavado mecánico, posterior al mismo y después de someterlas a cada uno de los tiempos de esterilización.

Inicialmente las muestras se instalaron en un medio de cultivo tipo BHI (Brai Heart Infusion), posteriormente se llevaron al laboratorio en donde se cultivaron

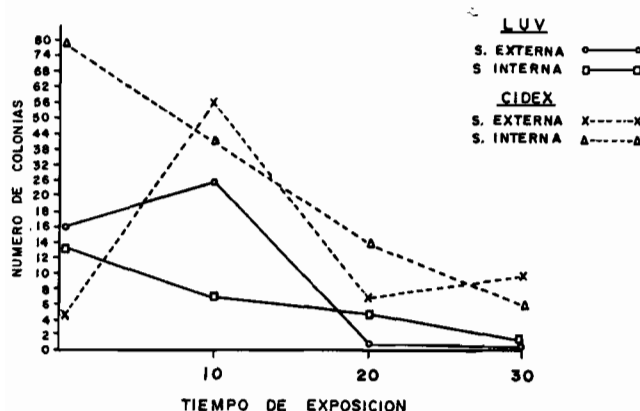
en un medio sólido de Agar Gelatina (cuenta standar), con técnica habitual. 48 horas posteriores a su cultivo se procedió a cuantificar las colonias que se desarrollaron.

Para elaborar esta técnica se utilizó un aparato ideado y desarrollado en colaboración con el Departamento de Ingeniería Biomédica del Centro de Estudios Avanzados del I.P.N., consta de un gabinete de acero inoxidable de cierre hermético el cual contiene en su interior seis lámparas de mercurio que producen una radiación ultravioleta que va en una longitud de onda de 2,600 a 2,400 UA°. Son alimentadas por una corriente de alta frecuencia producida por una bobina que se encuentra en el exterior del gabinete, ésta a su vez se conecta a la corriente alterna.

Los resultados fueron sometidos al Método estadístico no paramétrico de la U de Mann Withney.⁵

RESULTADOS

En el cuadro I se muestran los resultados de la carga bacteriana (número de colonias) de las superficies



Luz ultravioleta vs cidex, superficie externa e interna

exterior e interior de las sondas tratadas con Cidex. Se tabularon los resultados de colonias bacterianas antes y después de un lavado mecánico con jabón germicida (tiempo 0) y los resultados a los 10, 20 y 30 minutos de exposición a Cidex. Se observó disminución de la carga bacteriana después del lavado mecánico, encontrando mayor grado de desarrollo bacteriano en la superficie interior ($p < 0.05$). En los tiempos de exposición al Cidex, se observó tendencia a la disminución del número de colonias tanto para la superficie exterior como en la interior sin llegar a la negativización y sin encontrarse diferencias estadísticas en el grupo.

En forma similar se muestran los resultados de las sondas expuestas a luz ultravioleta en el cuadro II se observó una respuesta equivalente de reducción del número de colonias en las dos superficies de sondas después del lavado mecánico. Es notable la tendencia a una disminución y negativización más rápida de la carga bacteriana en la superficie exterior.

CUADRO I
RESULTADOS COMPARATIVOS EN CULTIVOS
DE LAS SUPERFICIES EXTERNAS E INTERNAS DE SONDAS
CON L.U.V.

Procedimiento	Contaminada	0'	10'	20'	30'
Superficie Exterior	576	7	0	0	0
	5	4	23	0	0
	12	5	3	1	0
Superficie Interior	10	1	5	3	4
	6	0	3	2	3
P*		< 0.05	N.S.	< 0.05	< 0.05

*U de Mann-Withney

CUADRO II
RESULTADOS COMPARATIVOS EN CULTIVOS
DE LAS SUPERFICIES EXTERNAS E INTERNAS DE SONDAS
CON CIDEX

Proced Cidex	S/lavar	C/lavado	10'	20'	30'
Superficie Exterior	10	1	5	3	4
	17	3	50	2	3
	6	0	3	2	3
Superficie Interior	10	3	15	5	3
	900	74	24	7	3
	8	3	2	2	0
P*	N.S.	< 0.05	N.S.	N.S.	N.S.

*U de Mann-Withney

A los 30 minutos, a diferencia del material tratado con Cidex, ambas superficies negativizaron su carga bacteriana. No se encontraron diferencias de significancia estadística en el grado de efectividad para esterilizar las superficies tratadas con luz ultravioleta, especialmente en el tiempo de exposición de 30 minutos.

En el cuadro III se muestran los resultados comparativos en el conteo de colonias de la superficie exterior de las sondas tratadas con los métodos de esterilización. Se observó un elevado número de colonias en las sondas antes del lavado mecánico germicida, después del mismo, disminuyó sin llegar en ninguno de los casos a negativizar la carga bacteriana, encontrando mayor número de colonias en las sondas del grupo 2 luz ultravioleta ($p < 0.05$). Con el tiempo de exposición a los dos métodos, se observó un incremento en el recuento bacteriano a los 10 minutos sin encontrar diferencias de significancia estadística en los dos lotes de sondas. A los 20 y 30 minutos, se observó disminución progresiva del recuento bacteriano, llegando a ser negativo con la luz ultravioleta, encontrando en ambos tiempos mayor efectividad de

CUADRO III
RESULTADOS COMPARATIVOS EN CULTIVOS
SUPERFICIES EXTERNAS DE SONDAS
L.U.V. CIDEX L.U.V. vs CIDEX

Procedi- miento	S/lavar	C/lavado	10'	20'	30'
L.U.V.	576	7	0	0	0
	5	4	23	0	0
	12	5	3	1	0
Cidex	144	3	1	0	0
	12	2	0	3	0
	5	8	6	2	0
P*	< 0.35 N.S.	< 0.35 N.S.	< 0.50 N.S.	< 0.10 N.S.	< 0.75 N.S.

*U. de Mann-Withney

este método en comparación con el Cidex, con diferencias estadísticamente significativas.

Los resultados del recuento de colonias bacterianas de la superficie interior de las sondas expuestas a la luz ultravioleta y Cidex se muestran en el cuadro IV.

CUADRO IV
RESULTADOS COMPARATIVOS EN CULTIVOS
SUPERFICIES INTERNAS DE SONDAS
SONDAS L.U.V. vs. CIDEX

Procedi- miento	Contami- nados	0'	10'	20'	30'
L.U.V.	144	3	1	0	0
	12	2	0	3	0
	5	8	6	2	0
Cidex	10	3	15	5	3
	900	74	24	7	3
	8	3	2	2	0
P*		NS	NS	NS	< 0.05

*U de Mann-Withney

Se observó una carga bacteriana más elevada en comparación con las superficies exteriores, incluso después del lavado mecánico con germicida. Con la exposición a los dos métodos de esterilización, en los tiempos correspondientes a los 10, 20 y 30 minutos, sólo se logró la negativización en las sondas expuestas a luz ultravioleta, con diferencias de significancia estadística ($p < 0.05$).

DISCUSION

Desde años atrás, se ha reportado en la literatura los efectos de la Luz Ultravioleta sobre el crecimiento y reproducción de los seres vivos, especialmente microscópicos. Su actividad germicida, a la longitud de onda

adecuada ha sido ampliamente documentada, sin embargo sus mecanismos directos de acción y su utilidad práctica siguen estudiándose hasta la actualidad.

Holaender en 1943 descubrió la acción inhibidora de luz ultravioleta sobre E Coli, mencionando que actúa directamente sobre el RNA de transferencia, especialmente en la 4 thiouridina la cual absorbe los fotones, recientemente Favre ha dicho que la 4 thiouridina está implicada en la inhibición de la respiración y en la inhibición del transporte de la fenilalanina.⁸

Desde 1957 se ha usado la luz ultravioleta en los quirófanos de ortopedia del hospital Duke University Medical Center en EE.UU. y encontraron que después de 20 minutos de exposición a las radiaciones de cuenta de colonias bacterianas llega a cero, en el presente estudio tampoco había evidencia de desarrollo de microorganismos después de 30 minutos de exposición.⁶

Contra lo esperado la cuenta bacteriana llegó a cero también en el interior del tubo endotraqueal, podemos atribuir esto a la distribución de las lámparas dentro del gabinete, que permitió la entrada de luz ultravioleta a suficiente distancia dentro de la sonda.

En 1984 Grocock propone y prueba la efectividad de luz ultravioleta también para la esterilización del agua.⁹

Sin embargo, no hay antecedentes de que la luz ultravioleta se haya utilizado para la esterilización de instrumental quirúrgico o anestésico. Los resultados obtenidos en este estudio, a pesar de ser preliminares, apoyan la aplicación de luz ultravioleta, con longitud de onda de 2,600 a 2,400 UA°, dispuestas en un gabinete especial; ya que la exposición sin estas precauciones podría disminuir su efectividad y causar daños importantes en la piel o en los ojos.

Es importante recordar que el instrumental antes de ser sometido a cualquier método de desinfección o esterilización debe ser lavado. El lavado es una parte esencial de la preparación para la esterilización. En el cuadro V mostramos el resultado de muestras previas eliminadas del estudio pero que resultan interesantes pues después del tiempo de lavado las colonias son prácticamente incontables y superiores a las encontradas en

CUADRO V

Procedi- miento Luv	Sondas sin lavar	Sondas lavadas	Ruv 10'	Ruv 20'	Ruv 30'
Superficie externa	No. de colonias 6	No. de colonias 76	No. de colonias 0	No. de colonias 2	
Superficie interna	No. de colonias 21	No. de colonias 950	No. de colonias 672	No. de colonias 288	

el material contaminado seco, los microorganismos encontrados aquí fueron catalogados como pseudomonas estafilococos e incluso hongos, con estos resultados alarmantes se procedió a cultivar el agua y el jabón que resultaron libres de bacterias por lo que atribuimos esta información a un deficiente lavado que solo consiguió reblandecer los residuos de materia orgánica y propició la aparición de multitud de microorganismos.

CONCLUSIONES

1. La exposición durante 30 minutos a la luz ultra-

violeta en un gabinete especial. Es un método efectivo para reducir a cero la carga bacteriana del instrumental de anestesia.

2. Para evitar las infecciones cruzadas producidas por el instrumental de anestesia, éste debe recibir cuidado de esterilización semejantes a los de cualquier otro instrumental usado en la sala de operaciones.

3. Previo a cualquier método de desinfección o esterilización es muy importante realizar un lavado correcto del material.

REFERENCIAS

1. TOHEN ZA: *Rayos Ultravioleta, Medicina Física y Rehabilitación*. México, D.F., Francisco Méndez Oteo 1957, 17-28.
2. GIBONS CP: *Care of anesthesia equipment, Hospital Topics*. Magazine 1964; 3-9.
3. NICKEL J A: *The Anesthetist's Role in the Prevention of Nosocomial Infections*. American Association of Nurse Anesthetists 1970; 209-216.
4. COLLINS FM: *Mycobactericidal Activity of Glutaraldehyde Solutions*. J Clinical Microbiology 1976; 4:4408-412.
5. SIEGEL S: *U de Mann Whithney, Estadística No Paramétrica*. México, D.F. Ed. Trillas 1979; 211-216.
6. RAMBLER MB, MARGULLIS L: *Resistance to Ultraviolet Irradiation under Anaerobiosis; Implications for Pre-phanerozoic Evolution*. Science 1980; 210:638-640.
7. GOLDNER JL, MOGGIO M: *Ultraviolet Light form the control of Airborne Bacteria in the operating room*. Annals New York Academy of Sciences 1980; 355:271-284.
8. FAVRE A: *Luminiere et croissance Bacterienne*, Biochimie 1981; 63:3-4.
9. GROOCOCK NH: *Desinfection of Drinking Water by Ultraviolet light*. Inst Water Eng Sci 1984; 38:163-172.