

Eficacia y seguridad de los rayos ultravioleta en la esterilización de los elementos artroscópicos

Dr. Rito Alfonso López*, Dr. Raúl Fernando Gamarra*

El presente trabajo tiene por objeto, recopilar en la forma más concisa, los conocimientos actuales sobre esterilización, aplicados especialmente a la cirugía artroscópica.

Debido al aumento en la última década de la cirugía endoscópica, disminuyendo de esta forma la invasión a las diferentes cavidades del organismo, es de vital importancia conocer y profundizar los diferentes métodos asépticos esenciales para una intervención quirúrgica.

Es tal la importancia y el problema que conllevan las infecciones hospitalarias que su control es considerado como un indicador de la calidad de los servicios de salud, lo cual ha llevado a definir políticas claras sobre el control y uso de las soluciones desinfectantes y a establecer estrategias y actividades en los establecimientos de salud que responden a las necesidades de atención y garanticen su calidad.

El iniciador de la esterilización quirúrgica fue lord José Lister, profesor de la cátedra de cirugía de Glasgow, Inglaterra. Interesado por las conclusiones del estudio de Louis Pasteur había presentado en Francia sobre las fermentaciones, y viendo la analogía existente entre las modificaciones que la fermentación desarrolla en el material orgánico y las que la putrefacción determina en las heridas, supuso la posibilidad de que esta última se debiera a la acción de microorganismos. Basándose en esto describió la primera técnica antiséptica en cirugía hacia el año de 1867, después de haber comprobado que las heridas se infectaban en las operaciones quirúrgicas, por la existencia de bacterias tanto en el aire como en los instrumentos y la piel del operador.

Desinfección

Es un proceso que elimina todos los microorganismos patógenos de los objetos inanimados con la excepción de esporas bacterianas. La eficacia de la desinfección es afectada por muchos factores, cada uno de los cuales puede limitar o cancelar la eficacia del proceso.

Algunos de estos factores son la limpieza previa del objeto, la materia orgánica, el tipo y nivel de contaminación microbiana, la concentración y el tiempo de exposición al germicida, la configuración física del objeto (ej.: grietas, bisagras, lumen) y la temperatura y ph del proceso de desinfección.

Puede ser de:

- *Alto nivel:* destruye todos los microorganismos con la excepción de alta carga de esporas bacterianas.
- *Nivel intermedio:* inactiva el organismo micobacterium tuberculosis, las bacterias vegetativas, la mayoría de los virus, hongos pero no destruyen necesariamente las esporas bacterianas.
- *Bajo nivel:* destruye la mayoría de las bacterias, algunos virus y algunos hongos, pero no se puede depender de ella para eliminar microorganismos resistentes como el bacilo tuberculoso o esporas bacterianas.

Dentro de los principales métodos de desinfección se halla calor seco, calor húmedo, luz ultravioleta y el flujo laminar.

Luz ultravioleta

La radiación ultravioleta producida artificialmente en el espectro de 2.537 angstroms ha sido

* Hospital regional San Juan de Dios. Servicio de Ortopedia y Traumatología Socorro. Santander

utilizada por su actividad germicida esterilizante por más de 30 años.

La inactivación de los microorganismos por los UV, está en función de la dosis de energía radiante: la efectividad de la aplicación de una determinada intensidad de radiación es propia del intervalo de tiempo, sin embargo, la dosis requerida para los diferentes microorganismos varía ampliamente. Las bacterias vegetativas son de tres a diez veces más susceptibles a la inactivación que las bacterias esporuladas; los hongos y las esporas son cien a mil veces más resistentes que las bacterias vegetativas. Las bacterias esporuladas sobre superficies de acero inoxidable requieren aproximadamente 800 W. min/cm² para su inactivación.

Cuando se utiliza la luz ultravioleta, es muy importante que las lámparas sean limpiadas periódicamente con alcohol y se verifique su efectividad con cierta frecuencia. Para la aplicación de luz ultravioleta es necesario una adecuada protección personal en particular la de los ojos.

El uso de la luz ultravioleta como agente esterilizante no es recomendado ya que presenta problemas básicos de penetración y las superficies no irradiadas directamente no quedarán esterilizadas, lo que implica que cualquier grieta o hendidura, sombra o polvo servirá de protección a los microorganismos.

La acción de los rayos ultravioleta se debe a la producción de ozono que logra la asepsia, ya que este gas conserva su acción inhibitoria hasta una dilución de 1 x 40.000. Los aminoácidos aromáticos de las proteínas y las bases puricas y primicias, en particular la timina del DNA, son los principales compuestos blancos afectados por la acción bactericida de la acción ultravioleta. Evitando la replicación de las tiras del DNA o causando recombinaciones que terminan en mutaciones mortales.

La luz ultravioleta de máxima intensidad puede generarse con lámparas de vapor de mercurio de baja presión con una emisión de 2.537 N, o sea, cerca del máximo de absorción de DNA por lo cual son lámparas germicidas.

Los efectos de la radiación ultravioleta sobre los microorganismos no son enteramente irreversibles. En muchos microbios, los efectos pueden ser reversibles hasta cierto punto exponien-

do a los organismos irradiados a la radiación visible, fenómeno denominado fotorreactivación. Esta fotorreactivación no restaura nunca por completo la actividad del ADN, siempre queda algún daño residual.

En diciembre de 1985 Chang, Dorfman y Lobe declararon que la luz ultravioleta produce una inactivación de un 99.9% de las bacterias vegetativas.

En enero de 1986 Lebtag y Meyer realizaron un estudio acerca de la inactivación de bacterias y virus, mediante el paso de una luz ultravioleta germicida a través del teflón, demostrando que este sistema es muy útil para inactivar pseudomona y poliovirus.

En 1987 Nakamura declaró que la eficacia de la radiación ultravioleta en condiciones normales se encuentra por encima de 99% para estafilococo aureus, epidermides, serratia, bacilus subtiles y 67% para aspergillus niger.

En el año 1987 Bonner y col. realizaron un estudio demostrando cómo los más fuertes virus irradiados a una longitud de luz ultravioleta de 308 nm. Son inactivados significativamente y en contraste con ello las plaquetas y las proteínas plasmáticas son mínimamente afectadas.

Gruteralehído

El gruteralehído es un dialdehído que con justa razón ha tenido una amplia aceptación como desinfectante de alto nivel y agente esterilizante químico. Las soluciones acuosas de gruteralehído son ácidas y por lo general en este estado no son esporicidas. Sólo cuando la solución es activada mediante sales alcalizantes a PH de 7,5 a 8,5. Las soluciones alcalinas, sin embargo, tienen una limitada vida útil como consecuencia de que el gruteralehído se polimeriza a forma menos activa durante el almacenamiento, limitando su vida útil de 14 a 28 días. El producto comercial ácido tiene una vida útil de 18 meses siendo esporicidas pero en forma más lenta.

Los carbonilos del gruteralehído reaccionan con los aminoácidos de las proteínas dando lugar a la formación de bases de schiff. Se presenta además un efecto inhibitorio sobre el DNA, RNA y síntesis de las proteínas de las bacterias.

Los objetos a esterilizar o desinfectar deben ser lavados previamente y antes de su uso nuevamente se lavan o se enjuagan.

El glutaraldehído presenta una actividad bactericida y fungicida a los 20 minutos y acción esporicida a las diez horas de exposición.

Para garantizar la eficacia de los procesos de desinfección de alto nivel se requiere un tiempo mínimo de 20 minutos de exposición. Si se presume la presencia de bacilo tuberculoso se recomienda 40 minutos como mínimo.

Los procesos de esterilización con este producto se garantizan siempre y cuando el tiempo de exposición sea mayor de 10 horas.

Esterilización

Es un término absoluto que significa la destrucción de toda forma de vida microbiana incluyendo las esporas. El desarrollo de las nuevas técnicas quirúrgicas (microcirugía, videolaparoscopia) o procedimientos invasivos que requieren instrumental de fibra óptica, equipos eléctricos o electrónicos termosensibles y la presencia de gérmenes multirresistentes o de gran agresividad como virus de hepatitis B, C, DELTA, HIV, virus de enfermedad de Creutzfeld-Jacob, obligan a disponer en los hospitales de equipos de esterilización que ofrezcan garantía y seguridad al paciente, sin deterioro del instrumental.

Se consigue en un hospital por medio de procesos físicos o químicos. El vapor saturado, el calor seco, el gas de óxido de etileno y algunos agentes químicos líquidos son los principales agentes esterilizantes usados en el hospital.

La ciencia ha puesto al servicio de los hospitales esterilización segura a través de equipos de:

- Calor húmedo
- Calor seco
- Oxido de etileno
- Plasma de baja temperatura generado por peróxido de hidrógeno o formaldehído.

Esterilización por calor húmedo

El calor saturado con alta presión es el método más sencillo, económico y práctico para esterilizar.

El vapor actúa como transportador de calor y su gran número de calorías se deposita en los objetos por medio de la condensación. El vapor por sí mismo es un agente germicida dado que produce hidratación, coagulación e hidrólisis de las albúminas y proteínas de las bacterias. Los materiales grasos y los residuos de material orgánico pueden proteger los microorganismos obstaculizando el proceso de esterilización; esto obliga a realizar descontaminación y limpieza de los elementos antes de la esterilización.

La esterilización por calor húmedo se prueba a través de test de esporas de *Bacillus Stearothermophilus*.

Esterilización por óxido de etileno

El óxido de etileno (ETO) fue descubierto por Wurtz en 1859; su acción antibacteriana se reconoció en 1928 y a partir de 1949 se introduce como esterilizante en el área médica.

La capacidad del óxido de etileno para esterilizar depende de sus efectos tóxicos sobre la célula viva.

El óxido de etileno se comporta químicamente como un agente alquilante, cuya propiedad consiste en remplazar un átomo de hidrógeno en las proteínas moleculares del microorganismo por un hidroetil, e interferir en su metabolismo, afectando la actividad fisiológica normal y provocando la muerte de los microorganismos.

En su forma pura el óxido de etileno es altamente tóxico; el contacto directo con él puede causar quemaduras de la piel, irritación respiratoria y de los ojos, anemia, vómito y diarrea. El método de esterilización consta de dos partes: esterilización y aireación.

El material previamente esterilizado en rayos gamma, no debe esterilizarse con óxido de etileno porque el proceso con rayos gamma permite que se liberen moléculas de cloro que, al combinarse con el óxido de etileno se convierten en etilencondrina, compuesto de gran toxicidad.

El óxido de etileno es considerado mutagénico y cancerígeno por la FDA y la OSCHA, por lo tanto ninguna operaría que asuma la tarea de esterilización con este producto debe contratarse en estado de embarazo.

Esterilización por radiación

Las radiaciones ionizantes son rayos de energía, que al penetrar en la materia viva producen el alejamiento de los electrones del núcleo atómico al ceder parte de su energía (ionización).

Producen ionización de los rayos alfa, beta, (radiaciones corpusculares), así como los rayos gamma (radiaciones electromagnéticas).

La acción de la radiación ocurre en los ácidos nucleicos de los microorganismos que son muy sensibles a la radiación.

Es incompatible con el óxido de etileno.

Esterilización con plasma de baja temperatura generado por peróxido de hidrógeno

El plasma de baja temperatura consiste en una nube reactiva de iones, electrones y partículas atómicas neutras en un campo eléctrico resistente o en un campo magnético. El estado de plasma generado a partir del peróxido de hidrógeno y un campo electromagnético, actúa sobre la membrana celular y ácidos del microorganismo provocando su muerte.

El sistema fue aprobado por la FDA de los Estados Unidos en febrero de 1994.

Controles de esterilización

Los controles de esterilización pueden ser físicos, químicos y microbiológicos.

Controles físicos

Controlan el funcionamiento del aparato:

- *Termómetros de máxima temperatura:* sólo indican la temperatura más elevada a la que se ha llegado, pero no su duración.
- *Termoelementos:* consiste en un registrador de temperatura y el tiempo en un gráfico.
- *Controles químicos:* se denominan controles o indicadores calorímetros; que son compuestos a base de sales de diferentes metales como cobalto, níquel, cobre, cromo, que a temperatura determinada cambian de color.

Controles químicos

Los más usados son: bacillus subtilis variedad niger para el control del óxido de etileno, plama de baja temperatura generador de H² O² y calor seco son esporas no patógenas de gran resistencia a agentes esterilizantes y Bacillus Stearotermophilus para probar esterilización en calor húmedo.

Justificación

En la actualidad en varios hospitales y clínicas del país se vienen utilizando los rayos ultravioleta como método para esterilizar elementos de cirugía artroscópica y oftalmología.

En algunos sitios incluso se utilizan para esterilizar los taladros que se emplean para osteosíntesis.

En el hospital regional San Juan de Dios del Socorro hemos utilizado los rayos ultravioleta para utilizar elementos de cirugía artroscópica como son la cámara, control de VHS.

Hemos realizado un promedio de 150 cirugías en el período comprendido entre agosto/1995 a enero /1997 sin tener complicaciones de tipo infecciones pop.

Existen métodos alternos como colocar la cámara en una bolsa plástica estéril, el shaver en líquido, etc. siendo ellos dispendiosos, incómodos y causan detrimento del equipo.

Por ello realizamos el presente estudio experimental para justificar o no el uso de los rayos ultravioleta como método de esterilización de dichos equipos.

Propósitos

Hipótesis

Los rayos ultravioleta son un método de esterilización tan eficaz como el vapor, gas y el líquido para los elementos de cirugía artroscópica bien sean canulados o no.

Objetivos

Específico: demostrar la eficacia y seguridad de los rayos ultravioleta como método o sistema de esterilización.

Secundarios: Revisar el estado actual de los conocimientos acerca de los diferentes métodos de esterilización.

Fundamentar científicamente el uso de los rayos ultravioleta como método de desinfección y/o esterilización.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Se trata de un estudio experimental.

Población blanco

Los resultados de este estudio se pretenden aplicar y utilizar en los elementos de cirugía artroscópica, entendiendo que son objetos canulados o no; que no permanecen dentro de la articulación sino durante el tiempo quirúrgico.

Variables

Dependiente

- Cultivos positivos (+).
- Cultivos negativos (-).

Independiente

los diferentes métodos:

- Vapor.
- Gas.
- Líquido.
- Rayos ultravioleta.

Desarrollo del trabajo

Para el desarrollo de nuestro trabajo tomamos la camisa y el trocar del artroscopio siendo el primer elemento canulado y el segundo sólido.

Primero los esterilizamos a vapor en 5 ocasiones como es el método tradicional.

Tomamos: 5 cultivos al trocar y 5 cultivos a la cánula por dentro.

Lo mismo a:

- Gas.
- Líquido.
- Rayos ultravioleta.

Obteniendo al final 40 cultivos, 10 por método.

Y luego de ello obtener el porcentaje de cultivos positivos:

$$\text{Vapor} = \frac{(-)}{(+)} = 0\% \text{ positivo}$$

Hallando el porcentaje de cultivos (+) que esperamos sea del 0% podemos calcular o definir si los rayos ultravioleta son eficaces y seguros.

Resultados

Se tomaron en total cuarenta cultivos, los medios en los cuales se cultivaron las muestras fueron Agar sangre y EMB, siendo respectivamente ideales para gram + y gram -.

Todos los cultivos y controles biológicos estandarizados para los diferentes métodos dieron negativos.

Por el tipo de diseño del estudio, por no tener ningún cultivo positivo, y por el tamaño de muestra bajo no se puede aplicar ninguna prueba epidemiológica. Todo ello se prevenía desde un inicio ya que un solo cultivo positivo para 100 o más muestras invalidarían dicho método de esterilización y por ello se deberían de tomar un número muy alto de cultivos. Pero si poseemos validez clínica: ningún cultivo dio positivo, los métodos son seguros y eficaces.

Conclusiones

1. Podemos por los resultados del presente trabajo y por nuestras experiencias clínicas recomendar el uso de los rayos ultravioleta como un método seguro y eficaz en caso de artroscopias múltiples. Insistimos que todo hospital que posea dichos equipos debe tener esterilizador a gas u óxido de etileno y la primera cirugía debe esterilizarse con este método para aumentar la seguridad. Cirugías que requieran de auto o aloinjerto como reconstrucción de ligamentos no serían las más indicadas para este método.
2. Creemos que instrumental que no penetre la rodilla como el shaver o cámara hacen aún más seguro este método.

3. No se recomienda el uso de este método de desinfección de alto nivel para ningún otro tipo de cirugía.
4. Vale la pena anotar que en cirugía artroscópica que requiere de altos flujos o volumen de soluciones, éstos ayudan a controlar la infección por solo barrido mecánico.

Bibliografía

1. **Alvarado Carla.** Nosocomial Infections from contaminated Endoscopes: A Flawed Automated Endoscope Washer. An Investigation Using Molecular Epidemiology. The American Journal of Medicine Volumen 91 . Septiembre de 1991.

2. **Ber, M. Shotwave.** Ultraviolet radiation in operating rooms. The British editorial society of bone and joint surgery. Vol 71B N° 3 My 1989 P. 483-485.
3. **Fernández Fernández, Pilar.** La lucha contra la infección intrahospitalaria. Barcelona, 1984.
4. **González E. Germán.** Infección intrahospitalaria: prevención y control. Medellín, 1990.
5. **Johnson & Johnson.** Educación continuada en asepsia, 1988.
6. **Malagón Londoño Gustavo.** Infecciones hospitalarias, 1992.
7. **Johnson & Johnson.** Educación continuada en asepsia, 1988.
8. **Ruiz María Constanza y col.** Utilización de rayos ultravioleta para esterilización en odontología. Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana, 1989.
9. **Jenkis.** Genética Editorial Revete. Capítulo 7 y 10.
10. **Pelczar.** Microbiología médica. McGrawhill 4ª edición. Pág. 380

Conclusiones

1. Podemos por los resultados del presente trabajo y por nuestras experiencias clínicas recomendar el uso de los rayos ultravioleta como un método seguro y eficaz en caso de artroscopias múltiples. Institutos que todo hospital que posea dichos equipos debe tener esterilizadores a gas u oxido de etileno y la presente cirugía debe esterilizarse con este método para suministrar la seguridad. Cirujías que requieren de auto o autoestériles como reconstrucción de ligamentos no se han las más indicadas para este método.
2. Creemos que instrumental que no permite la rotación como el shaver o cámara hacen aún más seguro este método.