



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

MANUAL DE ASEPSIA PARA PROCEDIMIENTOS QUIRÚRGICOS EN  
PERROS Y GATOS

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA

**ANA PAOLA VELASCO ESPINOSA**

ASESOR:

MVZ José Pedro Ciriaco Tista Olmos

México, D.F.

2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

A mis padres, Alberto Roldán Velasco Montesinos y Ana María Espinosa Velázquez, por el cariño y dedicación brindada a lo largo de los años.

Este trabajo ha sido posible gracias a ustedes.

## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México por la formación académica otorgada, así como a los académicos que participaron en el proceso.

Gracias Tito, por colaborar en la sesión de fotos, por tu alegre compañía y por los momentos juntos, que cada vez son mejores.

A ti JK+R, por tu ayuda y todos los conocimientos que me has compartido, en el ámbito personal y profesional, me has enseñado que un M.V.Z. no solo debe otorgar a sus pacientes amor y paciencia, necesita dedicación, para actualizar y mejorar sus conocimientos y habilidades en pro de la salud animal. Por ser mi guía, mi ejemplo a seguir y mi amor, gracias doctor, lo quiero.

A mis compañeros y amigos: Lore, Bety, Ricardo y Jovito, porque han dedicado todos y cada uno de nuestros momentos juntos, a darme fuerzas para continuar, cuando todo parece perdido. Jovito, gracias especiales a ti, por tu ayuda, ánimo y apoyo incondicional.

Agradezco a todas y cada una de las personas, que han formado parte de este camino, que aunque en ocasiones ha sido difícil, se ha convertido en la obtención de un logro que parecía imposible.

# CONTENIDO

|                                | Página |
|--------------------------------|--------|
| RESUMEN.....                   | 1      |
| INTRODUCCIÓN.....              | 2      |
| DEFINICIÓN DE ASEPSIA.....     | 5      |
| HISTORIA DE LA ASEPSIA.....    | 8      |
| <b>ESTERILIZACIÓN</b>          |        |
| GENERALIDADES.....             | 18     |
| MATERIALES PARA ENVOLTURA..... | 25     |
| MÉTODO DE EMPAQUETADO.....     | 33     |
| MÉTODOS DE ESTERILIZACIÓN..... | 41     |
| MÉTODOS FÍSICOS.....           | 43     |
| CALOR SECO.....                | 46     |
| CALOR HÚMEDO.....              | 49     |
| FILTRACIÓN.....                | 55     |
| RADIACIÓN.....                 | 59     |
| MÉTODOS QUÍMICOS.....          | 66     |
| ÓXIDO DE ETILENO.....          | 67     |
| PERÓXIDO DE HIDRÓGENO.....     | 71     |
| ÁCIDO PARACÉTICO.....          | 74     |
| FORMALDEHÍDO.....              | 75     |
| GLUTARALDEHÍDO 2%.....         | 78     |

|   |     |
|---|-----|
| DESINFECCIÓN                              |     |
| DEFINICIÓN.....                           | 80  |
| PROCEDIMIENTO.....                        | 80  |
| DESINFECTANTES.....                       | 83  |
| CLASIFICACIÓN.....                        | 85  |
| DESINFECTANTES DE ALTO NIVEL.....         | 85  |
| DESINFECTANTES DE NIVEL INTERMEDIO.....   | 87  |
| DESINFECTANTES DE BAJO NIVEL.....         | 90  |
| ANTISEPSIA                                |     |
| DEFINICIÓN.....                           | 92  |
| ANTISEPSIA EN EL PERSONAL QUIRÚRGICO..... | 92  |
| VESTIMENTA.....                           | 93  |
| LAVADO QUIRÚRGICO DE MANOS.....           | 106 |
| REGLAS EN EL QUIRÓFANO.....               | 114 |
| ANTISEPSIA EN EL PACIENTE.....            | 118 |
| ANTISÉPTICOS.....                         | 125 |
| REFERENCIAS.....                          | 136 |
| GLOSARIO.....                             | 142 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista microscópica de una colonia de hongos, descrita por Robert Hooke, en 1665, en su libro “Micrographia”.

Figura 2. Retrato de Louis Pasteur, químico Francés cuyas aportaciones han favorecido el avance de la ciencia.

Figura 3. Cirugía realizada en 1871 en Edimburgo, Escocia, donde se aplicó por primera vez un ácido carbólico (fenol) en el instrumental utilizado y en el paciente.

Figura 4. Reducción del número de microorganismos viables por unidad de tiempo, ante la aplicación de un proceso de esterilización (Escala Lineal).

Figura 5. Reducción del número de microorganismos viables por unidad de tiempo (Escala Logarítmica).

Figura 6. Papel de fibra no tejida, también conocido como papel crepado. Papel Grado Médico Crepado Línea Sterisheet®. Fabricado por Arjo Wiggins.

Figura 7. Bolsas de papel grado médico termosellables, tratado con Superanti®. Fabricado por TRO-PAK S.A.

Figura 8. Sobres Autosellantes (cierre por banda deslizante). Fabricado por TRO-PAK S.A.®.

Figura 9. Polipropileno no tejido. Fabricado por Tecnología Regia en Equipo Médico e Industrial, S.A. DE C.V.

Figura 10. Ejemplo de DuPont™ Tyvek®, utilizado como envoltorio para esterilizar.

Figura 11. Tela de muselina y algodón de 140 hilos. Fabricado por Essential Home.

Figura 12. En la figura 12-A, podemos observar una bandeja de esterilización. Fabricada por Qingdao Lange Technology & Mecial Device Co., Ltd. La figura 12-B, muestra una caja de Doyen, fabricada en acero inoxidable. Fabricada por PRONALAB.

Figura 13. Figura 13-1. Envoltura y plegado de los paquetes de campos, batas o instrumental quirúrgico. Letra A. Eje longitudinal del paquete de campos. B. Línea imaginaria, perpendicular al eje largo del paquete. C. Punta de la esquina doblada hacia el operador. Figura 13-2. Letra A. Esquina derecha del campo. B. Esquina izquierda del campo. Figura 13-2. Letra A. Plegado de la última esquina del envoltorio sobre el paquete, la flecha indica la dirección del dobléz.

Figura 14. Doblado de batas quirúrgicas.

Figura 15. Ejemplo de una bodega de almacén de material estéril.

Figura 16. Organigrama que muestra los distintos métodos físicos de esterilización.

Figura 17. En la figura A, observamos el mecanismo de acción que tiene una estufa de convección por gravedad. Se observa el orificio por el que se expulsa el aire en la pared superior. La figura B, muestra el interior de una estufa de convección mecánica. El sentido de las flechas, indica la dirección que sigue el calor dentro de la estufa.

Figura 18. Partes de una autoclave de desplazamiento por gravedad.

Figura 19. Ensamblaje de un sistema reutilizable con filtro de membrana.

Figura 20. Filtro de membrana S- Pak ®, estériles y envasados individualmente.

Figura 21. Ejemplo de lámpara de luz UV, para el control del aire.

Figura 22. Organigrama que muestra los distintos métodos químicos de esterilización.

Figura 23. Uso de pijama quirúrgica, gorro y cubre boca.

Figura 24. Bata y guantes quirúrgicos estériles desechables.

Figura 25. Técnica de colocación bata quirúrgica estéril.

Figura 26. Técnica de enguatado cerrada.

Figura 27. Técnica de enguatado abierta.

Figura 28. Técnica de enguatado asistida.

Figura 29. BD E-Z Cepillo quirúrgico. ® Fabricado por Becton, Dickinson and Co.

Figura 30. SURGI-KLEEN 2000 WM.® Fabricado por G2 Automated Technologies, LLC.

Figura 31. Dispensador automático de jabón quirúrgico. Triseptin ® Fabricado por Care Fusion Corporation.

Figura 32. Cepillado de uñas, zona interdigital, dedos y el dorso y la palma de las manos durante el lavado quirúrgico.

Figura 33. Enjuague de manos y brazos, durante el lavado quirúrgico.

Figura 34. Secado posterior al lavado quirúrgico de manos.

Figura 35. Técnica de apertura de paquetes de campos quirúrgicos.

Figura 36. Tricotomía realizada en el área de preparación.

Figura 37. Embrocado paralelo al sitio de incisión.

Figura 38. Embrocado en forma centrífuga.

Figura 39. Colocación de campos quirúrgicos en el paciente.

Figura 40. Colocación de la sábana hendida en el paciente.

## ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1. Susceptibilidad de los distintos microorganismos a los procesos de esterilización.
- Cuadro 2. Objetos sujetos a esterilización.
- Cuadro 3. Ventajas y desventajas del uso del calor seco.
- Cuadro 4. Relación de la temperatura y el tiempo de exposición al utilizar calor seco.
- Cuadro 5. Ventajas y desventajas del uso del calor húmedo como método de esterilización.
- Cuadro 6. Parámetros críticos de esterilización, de acuerdo al tipo de esterilizador utilizado.
- Cuadro 7. Ventajas y desventajas de la filtración como método de esterilización.
- Cuadro 8. Dosis de radiación necesaria (*D10*), en grays (100 rads), para reducir 10 veces (1 unidad logarítmica), el número de algunos microorganismos o sus funciones biológicas.
- Cuadro 9. Ventajas y desventajas de la radiación como método de esterilización.
- Cuadro 10. Ventajas y desventajas del óxido de etileno como método de esterilización.
- Cuadro 11. Parámetros para la esterilización con óxido de etileno.
- Cuadro 12. Ventajas y desventajas del uso de gel plasma de peróxido de hidrógeno.
- Cuadro 13. Parámetros para la esterilización con plasma de peróxido de hidrógeno.
- Cuadro 14. Ventajas y desventajas del ácido paracético como método de esterilización.
- Cuadro 15. Parámetros para la esterilización con ácido paracético.
- Cuadro 16. Ventajas y desventajas del formaldehído como método de esterilización.
- Cuadro 17. Parámetros para la esterilización con formaldehído.
- Cuadro 18. Ventajas y desventajas del glutaraldehído como método de esterilización.
- Cuadro 19. Principales características de los desinfectantes de alto nivel (DAN).
- Cuadro 20. Ventajas y desventajas, de los desinfectantes de alto nivel (DAN).
- Cuadro 21. Principales características de los desinfectantes de nivel intermedio (DNI).
- Cuadro 22. Usos, ventajas y desventajas de los desinfectantes de nivel intermedio (DNI).
- Cuadro 23. Principales características de los desinfectantes de bajo nivel (DBN).
- Cuadro 24 y 24-1. Antisépticos por grupos químico, presentaciones y características.
- Cuadro 25. Principales características de los antisépticos más comunes.
- Cuadro 26 y 26-1. Mecanismo y espectro de acción de los antisépticos.
- Cuadro 27. Toxicidad de los principales antisépticos.

## **RESUMEN**

VELASCO ESPINOSA ANA PAOLA. Manual de Asepsia para Procedimientos Quirúrgicos en Perros y Gatos (bajo la dirección de: MVZ José Pedro Ciriaco Tista Olmos)

Los principios de la cirugía moderna (asepsia, anestesia, hemostasia, manejo delicado de tejidos y suturas), son conocimientos básicos necesarios, que todo Médico Veterinario debe aprender, con el fin de llevar a cabo procedimientos quirúrgicos.

El manual tendrá como objetivo primordial, el apoyar a los alumnos que cursen la asignatura de Cirugía I y a los Médicos Veterinarios en el ejercicio de su profesión, proporcionando métodos que pongan en práctica, para tener un mayor número de éxitos en su procedimientos quirúrgicos. Dicho manual, será una fuente bibliográfica de fácil consulta y facilitará la integración de los conocimientos teóricos con las habilidades prácticas.

Existen diversas publicaciones de manuales de cirugía veterinaria en pequeñas especies, que son revisiones bibliográficas sobre técnicas quirúrgicas, anestesia y suturas, pero ninguna fuente ahonda en la asepsia quirúrgica, técnica que implica, una serie de procedimientos y conductas, que previenen la mayoría de las infecciones durante el acto quirúrgico.

Para la elaboración de este manual, se revisó sistemáticamente información obtenida de libros de cirugía veterinaria, manuales de procedimientos en el ámbito hospitalario, artículos científicos.

## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define una infección nosocomial, como aquella infección contraída por un paciente (internado por una razón distinta de esa infección), personal médico o visitantes, durante la estadía en un hospital o cualquier establecimiento que brinde atención a la salud. Las infecciones nosocomiales, por lo general, ocurren más de 48 horas después de haber internado al paciente, el cual, antes de su ingreso, no mostraba signos de infección y no se encontraba en el periodo de incubación de la enfermedad. <sup>(1)</sup>

Las tasas de incidencia de estas infecciones, en países desarrollados, van del 5 al 10%; en México, alcanzan hasta un 23% en las áreas de cuidados intensivos, aumentando así el riesgo de muerte de un paciente hasta en un 40%. <sup>(2)</sup>

Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), en los Estados Unidos de América, han publicado ciertas definiciones para identificar a las infecciones nosocomiales en medicina humana, basadas en criterios clínicos, biológicos y en la localización, de las mismas, considerando como “Infecciones en el sitio de una intervención quirúrgica”, a la presencia de secreción purulenta, absceso o celulitis difusa, presentada durante el mes siguiente a la operación. Dichas infecciones tienen una incidencia que varía del 0.5 al 15%, según el tipo de operación y el estado subyacente del paciente; siendo contraídas, durante la propia operación, ya sea en forma exógena (aire, equipo médico, personal médico) o endógena (microorganismos provenientes del cuerpo del paciente y en raras ocasiones, de la sangre empleada en la intervención quirúrgica). <sup>(1)</sup>

(3)

En los animales, las infecciones postquirúrgicas de las heridas, son el tipo más común de infecciones adquiridas en el hospital o clínica veterinaria <sup>(3)</sup> y desafortunadamente, en el campo de la medicina veterinaria, no contamos con organismos de vigilancia, como los existentes en medicina humana, motivo por el que, la recopilación de la información, con respecto a este tema, se basa en estudios sobre su incidencia.

Pero, ¿cómo afectan estas infecciones en medicina veterinaria? En términos cuantificables, se menciona el aumento en la morbilidad y la mortalidad de nuestros pacientes, así como el aumento en los costos de los tratamientos y procedimientos médicos, además de causar una enorme frustración y sufrimiento, a los propietarios y el equipo de veterinarios al cuidado de las mascotas. <sup>(4)</sup>

Diversos artículos reportan la baja incidencia de estas infecciones, presentándose de un 0.8% a 18.1%, de las operaciones en perros y gatos, dependiendo de la cirugía realizada y su clasificación con respecto al grado de contaminación en la intervención quirúrgica <sup>(5)</sup>; normalmente se asocian a factores como: género y elevado peso corporal de los pacientes, padecimiento de endocrinopatías, duración de la cirugía, número de personas presentes en el quirófano, el uso del propofol en la anestesia la aplicación de drenajes, y al tipo de intervención quirúrgica, con respecto a la preservación de la técnica aséptica. <sup>(4)</sup>

Se concluye, que uno de los principales factores de riesgo, el grado de contaminación durante el procedimiento quirúrgico, se evitará llevando a cabo una serie de procedimientos y conductas que eviten la transmisión de agentes patógenos, ya que, independientemente de que existan otros factores que influyen en la manifestación de las infecciones nosocomiales, es de vital importancia que, como profesionales médicos, sigamos una

(4)

estricta técnica aséptica para minimizar la contaminación y prevenir infecciones, pues sabemos que será uno de los puntos cruciales en el éxito de los procedimientos quirúrgicos.

## DEFINICIÓN DE ASEPSIA

Los principios básicos de la cirugía, que están presentes durante cualquier procedimiento quirúrgico son: asepsia, anestesia, hemostasia, manejo delicado de tejidos y suturas. La asepsia, será el tema de estudio para este manual, así como sus aplicaciones prácticas.

Es por eso que comenzaremos definiendo el término “asepsia”, proveniente de dos vocablos griegos: “a”, que significa “sin” y “septos”, que significa “putrefacto”.

De forma sencilla se define a la asepsia quirúrgica, como una serie de procedimientos que conjugados y utilizados, previenen la mayoría de las infecciones durante el acto quirúrgico. <sup>(6)</sup>

Es importante recordar que todos estos procedimientos, deben acompañarse de una serie de conductas dentro del quirófano, que permitan llevar a cabo la manipulación médica libre de agentes patógenos. <sup>(2)</sup>

La autora Welch Fossum T. (2007), utiliza el término de “técnica aséptica”, definiéndola como: los métodos y prácticas que previenen la contaminación cruzada en la intervención quirúrgica. <sup>(7)</sup>

La palabra “técnica”, proveniente del latín *technicus*, se refiere a un conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte, por lo que es utilizada de forma correcta en esta definición. <sup>(8)</sup>

El autor Yool Donald A. (2012) hace una definición aún más específica, pues determina que la prevención de la infección en una herida quirúrgica, se realiza evitando que los agentes infecciosos estén presentes en el campo quirúrgico. <sup>(9)</sup>

(6)

Debemos estar conscientes de que es imposible erradicar todos los microorganismos de la herida y campo quirúrgico; por lo tanto, es difícil lograr que una cirugía sea completamente “aséptica”; sin embargo la técnica aséptica, limita la exposición del paciente hasta un nivel de microorganismos que no sea dañino y que, por lo tanto disminuya el riesgo de desarrollar infecciones en tejidos vivos. <sup>(3)</sup>

En conclusión como cirujanos, debemos proponernos realizar las cirugías con el mayor grado de asepsia posible, por medio de los procedimientos englobados en el término “técnica aséptica”.

Pero, ¿Cuáles son estos procedimientos, métodos, conductas y prácticas, que llevamos a cabo, para que las cirugías obtengan el mayor grado de asepsia posible? Estos se listan en términos, cuya diferencia radica en la naturaleza del objeto en el cual se realizará la eliminación de los microorganismos (objetos animados o inanimados) y si esta será completa o parcial.

Por ejemplo, el término desinfección se refiere al empleo de elementos físicos o químicos, sobre objetos inanimados para destruir microorganismos patógenos. <sup>(6)</sup> Los microorganismos a eliminar, se encuentran en su estado vegetativo, pero excluye la eliminación de aquellos en estado esporulado. <sup>(10)</sup>

La esterilización, contrario a la desinfección, implica la destrucción de microorganismos contaminantes, en estado vegetativo o esporulado, sobre objetos inanimados, se logra utilizando métodos físicos o químicos. <sup>(6)</sup>

(7)

La palabra descontaminación, implica, someter a tratamiento, todo aquello que está contaminado, es decir, todo aquello que haya sufrido la alteración de su pureza o condición normal.<sup>(8)</sup>

El uso del vocablo, “limpieza”, implica retirar, normalmente con agua y jabón, sangre, tierra, exudados u otras sustancias, de distintas superficies y/o objetos, por medio de procesos mecánicos o manuales.<sup>(11)</sup>

La antisepsia es la aplicación de químicos microbicidas en tejidos vivos.<sup>(6)</sup> Este concepto se introdujo en el año de 1867, por el cirujano británico Joseph Lister, considerado padre de la asepsia, quien utilizó este término e identificó, junto con algunos de sus contemporáneos, la diferencia existente entre la antisepsia y la asepsia quirúrgica. Al englobar con el término “asepsia”, a la antisepsia y a todas las prácticas antes descritas, surge un parte aguas, en el que la cirugía toma el título de “cirugía moderna”.<sup>(2)</sup>

## **HISTORIA DE LA ASEPSIA**

Desde tiempos remotos, los humanos, han llevado a cabo distintas acciones, cuyo motivo primordial ha sido, evitar la contaminación bacteriana en heridas y actos quirúrgicos.

Un ejemplo muy claro, lo identificamos al recordar, la forma en la que los egipcios, en los años 4 000 a.C., colocaban como tratamiento de heridas, vendajes con mirra y miel <sup>(6)</sup>.

Se cree que Hipócrates (460-377 a.C.), padre de la Medicina, fue el primero en conceptualizar el término “asepsia”, durante su época, en la antigua Grecia, se establecieron los primeros hospitales y escuelas de medicina.

En tiempos de la antigua Roma, existe evidencia de que los romanos comenzaban a esterilizar su instrumental por medio de calor. Desafortunadamente, todas estas prácticas dejaron de realizarse durante la Edad Media <sup>(12)</sup>, época en la que el conocimiento, se enfocó a definir y perfeccionar el método científico y a la práctica del empirismo.

Pero, para hablar de asepsia necesitamos retroceder al descubrimiento de los microorganismos, cuya existencia, se sospechaba desde tiempos remotos, pero que no fue comprobada, hasta el uso de los microscopios.

El arte de trabajar, cortar y pulir cristales, había sido practicada por años, pero, durante el siglo XII, Arab Alhazen Ben, demostró la capacidad que tiene un cristal para amplificar los objetos y Robert Bacon (1214-1292), tiempo después, demostró sus aplicaciones prácticas, utilizándolos para la fabricación de lentes que corregían los defectos visuales.

Las lentes fueron utilizadas por joyeros, relojeros y comerciantes, llevando su uso y modificaciones, a la construcción del primer microscopio en el año de 1618, por Demisiano.

Estos microscopios simples, fueron modificándose hasta la construcción de los microscopios compuestos, el primero, obra de Sacharias Janssen (1580-1638), en el año de 1590.

Algunos científicos, observaron por medio de estos artefactos, distintos tipos de microorganismos, por ejemplo Robert Hooke, en 1665, publicó en su libro “Micrographia”, considerado, el primer libro ilustrado sobre microscopía, descripciones de 60 observaciones realizadas, entre las que destacan: células, esponjas, pulgas, madera, cabello, plumas de aves, alas de mosca, etc., pero evidentemente, la observación más detallada, fue la realizada a cultivos de hongos del género Mucor, cuyas características, asombraron a todos los miembros de la Royal Society de Londres. Robert Hooke (1635-1702), se asoció con un brillante grupo de estudiantes para discutir problemas de índole científica, grupo, que más tarde se convertiría en el núcleo principal de la Royal Society de Londres. Su función en esta sociedad, era desarrollar experimentos en cada reunión semanal, lo cual le permitió realizar las siguientes aportaciones: la bomba de aire, mejora de los mecanismos de los telescopios, microscopios, relojes, estableció la temperatura de congelamiento del agua (0° C), fabricó un instrumento para calibrar termómetros y además es considerado el fundador de la meteorología científica. <sup>(13)</sup>

(10)

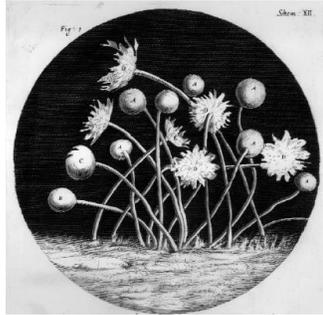


Figura 1. Vista microscópica de una colonia de hongos, descrita por Robert Hooke, en 1665, en su libro “Micrographia”.<sup>(13)</sup>

El holandés Régnier de Graaf (1641-1674), anatomista, embriólogo y fisiólogo, se dio a la tarea de escribir a Henry Oldenburg (1615-1677), secretario de la Royal Society de Londres, sobre el logro de Anton van Leeuwenhoek, un comerciante holandés, quien había construido un microscopio primitivo, con el que había podido observar pequeños objetos a detalle.

Leeuwenhoek, nacido en Delft, en el año de 1632, nunca recibió educación formal y sin embargo, en su taller, había logrado manejar el vidrio, y esto, aunado a su natural curiosidad científica, le permitió aplicar este método de observación a todas las cosas que lo rodeaban.

Es así como observó y describió, en su lengua natal, en forma sencilla y común, observaciones hechas en el área de anatomía, entre las que destacan: el estudio de la epidermis, cabello, uñas, dientes, músculo, del cual describió la estructura de sus fibras y nervios, analizó la estructura interna del cristalino y del nervio óptico.

Descubrió las células rojas en el año de 1674, que ya habían sido observadas por Jan Swammerdam (1637-1680) en el año de 1658, tal vez su aportación más valiosa, fue el

descubrimiento de “los animáculos”, elementos móviles que eran necesarios para la creación de nueva vida, los cuales conocemos ahora como espermatozoides.

Estudió la estructura y metamorfosis de los insectos, así como la de los parásitos de los humanos y animales. En botánica, realizó un análisis detallado de la estructura de plantas, granos, estudiando su desarrollo desde la raíz, su estructura y su ciclo germinativo.

Es por esto, que Anton van Leeuwenhoek, es considerado el precursor de la microbiología y uno de los primeros cazadores de microbios <sup>(14)</sup>.

Francesco Redi (1626- 1698) había descrito, entre sus experimentos, aquel realizado, utilizando frascos con materia orgánica, unos cubiertos, para lograr que el contenido se mantuviera aislado del medio ambiente y otros no, situación que logró demostrar, que los insectos no se generaban de forma espontánea de la materia orgánica muerta, sino que, se situaban en ella y dejaban larvas, que posteriormente se convertirían en insectos adultos. <sup>(15)</sup>

El italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799), realizó un profundo análisis de los experimentos realizados por Redi, que, le ayudaron a concluir que era imposible que se generara vida, de forma espontánea, a partir de materia orgánica muerta. Además logró comprobar que los microbios se movían a través del aire y que eran eliminados al hervir el agua, aportaciones que ayudaron a establecer las distintas técnicas de esterilización, que fueron perfeccionadas un siglo después, por Louis Pasteur (1822-1895). <sup>(16) (17)</sup>

Años después, en el siglo XIX, el número de madres e hijos que fallecían durante el parto, aumentó en cantidades alarmantes en Europa y los Estados Unidos. Algunos reportes indican que, una madre de cada cuatro que daban a luz a sus hijos en hospitales, fallecía de fiebre puerperal.

El médico Alexander Gordon, fue el primero en afirmar que la transmisión de la fiebre puerperal, entre un paciente y otro, era ocasionada por el médico que había atendido con anterioridad a una mujer infectada y recomendó que tanto doctores como enfermeras, adquirieran el hábito de lavarse las manos entre un paciente y otro.

Mientras tanto, en América, el anatomista Oliver Wendell Holmes (1809-1894), en el año de 1843, había llegado a la misma conclusión sobre la causa de la enfermedad y además de recomendar el lavado de manos, sugirió que sí un médico encontraba entre sus pacientes, dos casos de fiebre puerperal, en un corto periodo de tiempo, debía abstenerse de realizar trabajos obstétricos por un mes.

El obstetra húngaro Ignaz Philipp Semmelweis (1818-1865), pasó toda su vida intentando demostrar a sus colegas, que la verdadera causa de la fiebre puerperal, era la transmisión de la enfermedad por parte de los médicos hacía sus pacientes.

Semmelweis, nacido en el año de 1818, comenzó sus estudios en Leyes, los cuales desertó al descubrirse amante de las ciencias médicas, cambiando sus estudios por la carrera de Medicina, dentro de la cual se especializó en la asistencia a las mujeres parturientas.

En el año de 1844, Semmelweis tenía a su cargo una de las clínicas del Hospital General de Viena, un hospital de enseñanza donde los alumnos aprendían medicina en pacientes y en cadáveres, durante este tiempo recolectó datos sobre los pacientes que ingresaban a esta clínica, de donde dedujo la siguiente conclusión: la transmisión de la fiebre puerperal, estaba relacionada al contacto que habían tenido los doctores, con otras pacientes enfermas o con cadáveres infectados, antes de tratar a sus pacientes sanos, y no solo eso, la

enfermedad también era transmitida cuando las enfermeras no cambiaban la ropa de cama, antes de recibir a una nueva paciente.

La solución que implementó en 1847, fue simple: instruyó el lavado de manos con una solución de hipoclorito, para enfermeras, estudiantes y médicos, antes de entrar a la sala de partos y al realizar revisiones entre pacientes. Al momento de tomar el cargo, la tasa de mortalidad por fiebre puerperal estaba entre el 13 y el 18% y una vez implementada esta regla, la tasa fue menor del 2%.

A pesar de recibir críticas sobre sus ideas innovadoras durante toda su vida profesional, Semmelweis es reconocido por su aportación en el campo de la Antisepsia quirúrgica. Por desgracia, muere de fiebre puerperal el 13 de Agosto de 1865, dejándonos una lección: el lavado de manos, es el medio más simple, pero más importante, para prevenir la propagación de enfermedades.<sup>(18)</sup>

Louis Pasteur (1822-1895), que tiene entre sus máximas aportaciones haber escrito “La Teoría del germen”, es decir, las enfermedades no aparecen de forma espontánea, sino que son causadas por gérmenes<sup>(13)</sup>, fue el único que años después defendió la teoría de Semmelweis, en una de las sesiones de la Academia de Medicina en París<sup>(18)</sup> y apoyó a Joseph Lister (1827-1912) en el desarrollo del concepto: asepsia quirúrgica, que establece la relación entre la presencia de bacterias y la infección de heridas quirúrgicas, pues él, entre sus múltiples descubrimientos científicos, había visualizado que los microbios eran la causa principal en el desarrollo de enfermedades, tanto en humanos como en animales. Entre sus principales estudios, sabemos que había explorado a fondo las causas y las posibles soluciones para enfermedades como: el Ántrax, el cólera aviar, la fiebre porcina, la

(14)

rabia, entre otras. Otra aportación importante, fue el establecer las bases para llevar a cabo la pasteurización, que actualmente utilizamos en los alimentos que consumimos día a día y la esterilización, método útil en el campo de la cirugía. Pasteur expresaba la tristeza que le provocaba, el saber, que muchos de los médicos de su época, no llevaban a cabo las prácticas de higiene necesarias y es por eso, que aunque no tenía mucha credibilidad en este campo de la medicina, dedicó gran parte de su tiempo a apoyar a los científicos que apoyaban esta teoría y a distribuir folletos para que la población tuviera conocimiento de toda esa información. <sup>(19)</sup>



Figura 2. Retrato de Louis Pasteur, químico Francés cuyas aportaciones favorecieron el avance de la ciencia. <sup>(19)</sup>

Joseph Lister (1827-1912), nacido en Essex, Inglaterra, en el año de 1827, realizó un sin número de aportaciones en el campo de la asepsia que aún son utilizadas hasta nuestros tiempos. El principio de Lister consistía en eliminar los gérmenes de la herida, del tejido circundante, de las manos del cirujano y del instrumental quirúrgico, utilizando un antiséptico, llamado “ácido carbólico”. <sup>(20)</sup>

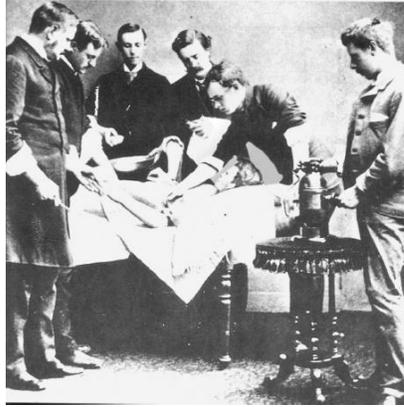


Figura 3. Cirugía realizada en 1871 en Edimburgo, Escocia, donde se aplicó por primera vez el ácido carbólico (fenol) en el instrumental utilizado y en el paciente. <sup>(20)</sup>

El crédito de la fabricación de la primera autoclave se otorga a Charles Chamberland, colega de Louis Pasteur, cuyo aparato, conocido como “La Autoclave de Chamberland”, fue creada, entre los años de 1876 a 1880, en respuesta a los requerimientos de Pasteur, de tener una técnica para esterilizar, a base de temperaturas mayores a los 100 ° C. <sup>(21)</sup>

Con respecto a las instalaciones, Gustav Neuber, en el año de 1883, fue el primer cirujano en establecer que existe una relación entre el diseño y materiales de construcción de un quirófano, con las tasas de infecciones postquirúrgicas en los pacientes. Él definió algunas de las características que debe tener un quirófano, entre las que destacan: tener el menor mobiliario posible, fabricar el mobiliario de quirófano con materiales especiales (metal y vidrio), la construcción de quirófanos que contarán con filtración del aire, separación de zonas sépticas y asépticas, el uso de materiales de fácil limpieza y no porosos, para pisos y paredes del quirófano. Neuber también implementó el uso de gorros y batas para el personal quirúrgico, pues antes de utilizar las batas, los cirujanos de forma preventiva,

retiraban abrigos, chalecos y collares, sustituyéndolos por delantales y chamarras limpias.

(20) (22)

Ernst Von Bergman (1836-1907), médico alemán militar, durante su trabajo en el ejército, observó que al lavarse las manos antes de realizar un procedimiento quirúrgico, disminuía las probabilidades de infección, es por eso, que parte de su trabajo lo dedicó a estudiar la naturaleza de las infecciones y descubrir los componentes que llegaban a producir antiseptia. La mayor aportación de Von Bergman fue la introducción de la esterilización con vapor, bajo una cierta presión que pudiera aumentar la temperatura y eliminar el 100% de los microorganismos, en 1886. <sup>(23)</sup>

William Stewart Halsted (1852-1922), había inventado una mesa de madera con recipientes donde se colocaban antisépticos poderosos para el lavado de manos y brazos del personal quirúrgico. Pero esta técnica de antiseptia resultaba dolorosa y molesta para el personal, en el que se encontraba su futura esposa y primer asistente, la enfermera Caroline Hampton. Ante esta situación W. Halsted se acercó a la Compañía: “Goodyear Rubber Company”, solicitando la elaboración de guantes de goma, para la protección de la piel del personal del equipo quirúrgico, promoviendo su uso a partir de 1890. <sup>(24)</sup>

Para este tiempo, en Alemania y Austria, los cirujanos seguían ciertas conductas, que evitaban la contaminación en el acto quirúrgico, sus pacientes debían entrar limpios a la sala de operación y no permitían, que tuvieran contacto con objetos y con el personal quirúrgico, durante su procedimiento. Los médicos evitaban realizar autopsias 24 horas antes de alguna intervención e implementaron el lavado quirúrgico de manos, quirófano e instrumental, utilizando cepillos especiales.

Por otra parte, los médicos cubrían barba y cabello, teniendo estrictamente prohibido hablar en un tono alto y toser dentro de la sala de operación, reglas que no se modificaron a pesar de la introducción del uso del cubre bocas por Jan Mikulicz Radecki, en el año de 1896<sup>(10)</sup>, quien también introdujo el uso de los guantes de seda.<sup>(25)</sup>

Todas estas acciones, cuyo objetivo es minimizar la contaminación para prevenir infecciones quirúrgicas, forman las bases, de lo que hoy en día conocemos, como, asepsia quirúrgica.

## **ESTERILIZACIÓN**

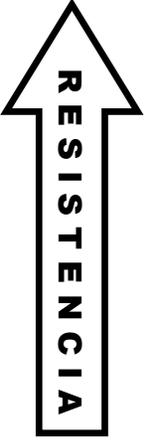
### **GENERALIDADES**

El proceso de esterilización tiene como objetivo, destruir o eliminar todos los microorganismos, en sus distintos estados (vegetativos o esporulados) de distintos objetos.

(3)(6)(7)

El término estéril, se refiere a la total ausencia de cualquier forma de vida de objetos que deben ser inanimados, móviles y pequeños <sup>(6)</sup> y que además son aquellos que entrarán en contacto con tejidos internos o que ingresarán al sistema vascular. <sup>(7)</sup>

Los microorganismos que debemos eliminar por medio de la esterilización tienen una resistencia intrínseca o innata a estos procesos, cuya naturaleza reside en las estructuras que los conforman, pues estas regulan la penetrabilidad de los agentes desinfectantes y esterilizantes. A continuación se esquematiza la susceptibilidad de los distintos microorganismos a los procesos de esterilización <sup>(26)</sup>:

| ESQUEMA DE SUSCEPTIBILIDAD DE LOS MICROORGANISMOS A LOS PROCESOS DE ESTERILIZACIÓN  |   |
|---|---|
| Priones   |  |
| Esporas bacterianas   |   |
| Micobacterias ( <i>M. tuberculosis</i> , <i>M. avium</i> , <i>M. chelonae</i> )   |   |
| Protozoos (Quistes: <i>Giardia</i> , <i>Cryptosporidium</i> )   |   |
| Virus pequeños sin envoltura ( <i>Picornavirus</i> , <i>Poliovirus</i> , <i>Parvovirus</i> , y algunos <i>Rotavirus</i> , Hepatitis A y E, <i>Norvirus</i> )  |   |
| Virus grandes sin envoltura ( <i>Adenovirus</i> )   |   |
| Esporas fúngicas ( <i>Aspergillus</i> , <i>Absidia</i> )  |   |
| Formas vegetativas bacterianas y fúngicas   |   |
| Virus grandes con envoltura lipídica (Virus de la Inmunodeficiencia humana, Virus de la Hepatitis B, Virus de la Hepatitis C, Herpesvirus, Varicela, Rubéola) |   |

Cuadro 1. Susceptibilidad de los distintos microorganismos a los procesos de esterilización.

(26)

El estado estéril o no estéril de un objeto, obedece a una condición absoluta, sin embargo, siempre existe la probabilidad de que un microorganismo sobreviva. Esta condición se observa de forma clara en la siguiente figura, que muestra, en una escala lineal, que a pesar de aplicar un método esterilizante de forma infinita, nunca se llegará a un nivel cero de carga microbiana, cuando se grafica la población microbiana viable, en relación con el tiempo, al aplicar un proceso letal. <sup>(27)</sup>

(20)

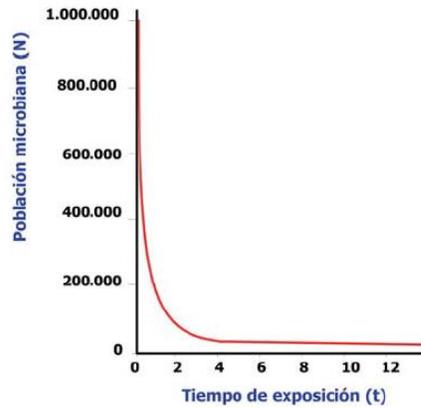


Figura 4. Reducción del número de microorganismos viables por unidad de tiempo, ante la aplicación de un proceso de esterilización (Escala Lineal) <sup>(27)</sup>.

Para representar la reducción de una población de microorganismos, sometida a un agente esterilizante en relación con el tiempo, es mejor utilizar una escala logarítmica, en la cual, la cinética de muerte microbiana es descrita mediante una línea recta. <sup>(27)</sup>

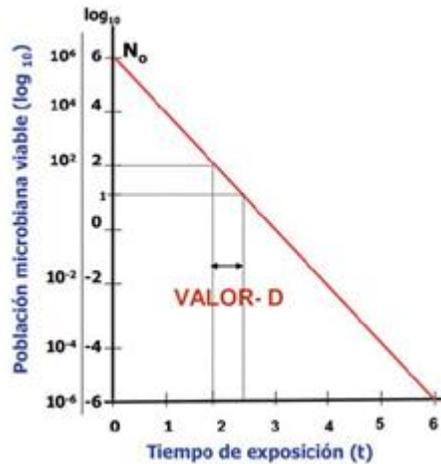


Figura 5. Reducción del número de microorganismos viables por unidad de tiempo (Escala Logarítmica) <sup>(27)</sup>.

(21)

Con ayuda de la probabilidad matemática, definiremos que un objeto se considera estéril, cuando existe una probabilidad teórica, igual o menor a uno entre un millón ( $1 \times 10^{-6}$ ), de que contenga microorganismos viables.

Esta condición se estima, calculando el número de microorganismos residuales existentes en un artículo sometido a un determinado método de esterilización. Este número residual de microorganismos en un artículo, se calcula de la siguiente forma:

$$S.A.L = C_o * V \text{ (o } S) * 10^E$$

Dónde:

S.A.L. S.A.L. (Sterility Assurance Level o Nivel Seguro de Esterilidad)

$C_o$  representa la Contaminación inicial (concentración, volumen o masa) de los artículos a esterilizar.

$V$  o  $S$  representan el Volumen o la Superficie de los artículos a esterilizar.

$E$  representa la Eficacia de la esterilización, ya que expresa la reducción de la carga microbiana, en un número de reducciones decimales. Por ejemplo, si la esterilización ha permitido reducir la población inicial de  $10^n$  microorganismos a una población de  $10^m$ , la eficacia es:

$$E = n - m$$

El resultado obtenido, se conoce como S.A.L. (Sterility Assurance Level, Nivel Seguro de Esterilidad o nivel de garantía de esterilidad) debe ser lo más pequeño posible y nunca es nulo. La FDA (Food and Drugs Administration) han fijado en  $10^{-6}$  el límite máximo del nivel seguro de esterilidad. <sup>(26) (27)</sup>:

Existen factores que afectan la eficacia de los procesos de esterilización, principalmente:

- Número de microorganismos. Conocido también como “Co”, es la cantidad inicial de microorganismos en un artículo.
- Materia orgánica. La presencia de materia orgánica dificulta la eliminación de los microorganismos, pero es uno de los factores que se modifican con facilidad.
- Tiempo. Se define normalmente por dos valores:
  - Valor D o tiempo de reducción decimal.- Se define como el tiempo (minutos) que se requiere a una determinada temperatura para reducir el número de microorganismos viables en un factor de 10 o un logaritmo  $_{10}$  (90% de la población inicial). Mide de forma cuantitativa la resistencia de los microorganismos a las condiciones de esterilización. Cuanto mayor es el valor D, mayor es la resistencia del microorganismo al proceso de esterilización. Este valor lo encontramos en la figura anterior, cuando la gráfica nos muestra la reducción del número de microorganismos viables por unidad de tiempo utilizando una escala Logarítmica.
  - Valor F.- Se define como el tiempo (minutos) necesario para conseguir la esterilidad de un producto por medio de la exposición a un agente esterilizante a una temperatura determinada. Este valor nos sirve para comparar la capacidad de esterilización de distintos procesos.<sup>(27)</sup>
- Temperatura. El aumento de la temperatura durante un proceso específico de esterilización, aumenta la efectividad, pues cuando ésta es superior a la temperatura óptima de crecimiento de un microorganismo generalmente provoca la muerte del mismo.

- Humedad relativa. Se define como la fracción de presión de vapor de agua en un sistema, con respecto a otro sistema con la máxima presión (saturado al 100%) y a la misma temperatura. A mayor humedad relativa, mayor contenido de agua en las células o esporas y mejor resultado final de esterilización.
- Estandarización de la Carga. Se refiere a que todos los paquetes sujetos a esterilización, no deben sobrepasar las siguientes medidas: 28\*28\*47 centímetros. Si se utilizan paquetes de menor tamaño 25\*25\*20 centímetros, se disminuye el tiempos de exposición y el tiempo de secado. El peso no debe superar los 4-5 kilogramos. Como los artículos sujetos a esterilización son variables, se debe estandarizar el proceso de esterilización, según los distintos artículos de la carga, ya que la efectividad del método varía en función de los artículos. <sup>(26)</sup>

Pero, ¿Qué objetos, de los necesarios para realizar un procedimiento quirúrgico, se deben esterilizar? Los objetos más comunes se numeran en el siguiente cuadro:

| OBJETOS SUJETOS A ESTERILIZACIÓN  |                          |   |
|-----------------------------------|--------------------------|---|
| Se utiliza en:                    | Durante:                 | Ejemplos  |
| Paciente                          | Anestesia                | Soluciones<br>Catéteres<br>Agujas<br>Venoclisis<br>Medicamentos               |
| Paciente                          | Procedimiento Quirúrgico | Instrumental<br>Gasas / Compresas<br>Material de Sutura<br>Campos quirúrgicos |
| El Personal del Equipo Quirúrgico | Procedimiento Quirúrgico | Vestimenta (Batas)<br>Guantes   |

Cuadro 2. Objetos sujetos a esterilización. <sup>(3)(6)(7)</sup>

Como se observa, los principales materiales que componen los objetos antes mencionados son los siguientes:

- Vidrio. Material fabricado a partir de sílice, es rígido y fácil de romper. Suele ser tipo *Pyrex*, es decir, resistente a altas temperaturas, de mayor grosor y dureza.  
Uso: botellas, tubos de ensayo.
- Acero inoxidable grado quirúrgico. Material compuesto por níquel, azufre, carbono, silicio y otros elementos químicos en distintas concentraciones. Es resistente a la oxidación, incluso en contacto con humedad, ácido y álcalis corrosivos. Aunque es duradero, se daña con el exceso de cloruros, de sustancias alcalinas y ácidas.  
Uso: Instrumental, implantes y contenedores.
- Plásticos. Polímeros que son naturales (celulosa, corcho, cera) o sintéticos (nailon y polietileno). Capaces de moldearse y deformarse.  
Uso: sondas, conexiones, sistemas de suero y envoltorios.
- Látex. Material derivado del caucho. Uso: guantes y drenajes.
- Algodón. Material textil, natural, resistente a altas temperaturas, pero se daña y se rompe fácilmente. Uso: fabricación de ropa, compresas, gasas y envoltorios para esterilizar.
- Textiles especiales. Compuestos por una combinación de celulosa, nailon, poliéster y polipropileno. Forman envoltorios aislantes de la humedad y permeables a algunos métodos de esterilización. Uso: sobres para empaquetar. <sup>(28)</sup>

## **MATERIALES PARA ENVOLTURA**

El material que se va a esterilizar, debe de cumplir con ciertas características: estar limpio de toda materia orgánica y suciedad, seco, lubricado o irrigado (en caso de ser necesario) y se preparará en un paquete apropiado.

El objetivo de empaquetar, es colocar una barrera frente a la contaminación y manipularlo en condiciones de asepsia y almacenarlo hasta su uso. Pero:

¿Qué características deben de tener los materiales para empaquetar?

- Permeabilidad.- Hace referencia, al hecho de que el material de empaque, debe permitir que el agente esterilizante penetre y salga del paquete y a la vez, proveer una barrera bacteriana realmente efectiva. El flujo de aire o permeabilidad se expresa en litros por minuto, cada 100 centímetro cuadrados. Mientras más baja es la cifra, menor será el flujo de aire. El flujo de aire es necesario para asegurar la esterilidad de los contenidos en el envoltorio; cuando la cifra es más elevada, el resultado será mejor. <sup>(28)</sup>
- Porosidad.- no superior a 0.5 milímetros (para impedir el paso de microorganismos), <sup>(28)</sup> es decir, debe ser una barrera biológica confiable, y no un vehículo bacteriano. <sup>(26)</sup>
- Fortaleza.- Implica considerar la resistencia al estallido, desgarró y abrasión que debe tener un envoltorio. La resistencia al estallido, implica que el material soporte pinchazos o punzaduras que produzcan las esquinas de las bandejas de instrumentos o el instrumental empaquetado, se mide a través del test de Mullen Burst. Esta prueba implica que un aparato empuje el material de envoltura progresivamente

contra un diafragma expansivo de caucho de 1 ¼ de pulgada, hasta que el material estalle. La presión requerida se mide en libras por pulgada cuadrada (PSI) Cuanto mayor es el valor, mejor será la resistencia que ofrece el material. La resistencia al desgarro se mide con el Test de Elmendorf, que mide la fuerza que es necesaria aplicar para continuar el desgarro, pero una vez que éste ya haya ocurrido.

- Pelusas o partículas.- Lo ideal es un material que tenga un coeficiente cero, de desprendimiento de micropartículas o pelusas.
- Repelencia.- El test de Mason Jar, sirve para medir el grado de repelencia a líquidos, se realiza colocando una solución salina en un frasco de vidrio (Mason Jar) y se tapa la boca del frasco con el material a examinar. El frasco se invierte sobre una base de vidrio y se mide el tiempo requerido por el líquido para penetrar el material. Cuanto más prolongado es el tiempo medido en minutos y segundos, la barrera protectora es más eficiente. Se requiere un mínimo de 30 minutos para ser considerado aceptable. Para determinar la resistencia y repelencia del material de envoltura a los alcoholes, se colocan tres gotas de una solución sin alcohol en el material. Después de cinco minutos se observa si hubo penetración. Posteriormente, se va incrementando de 10% en 10% la cantidad de alcohol en la solución por cada cinco minutos de exposición. La repelencia al alcohol está medida en la solución con más alto porcentaje de alcohol, que no penetre la tela en un periodo de cinco minutos. Un 70% de alcohol en la solución por cinco minutos, se considera aceptable. <sup>(28)</sup>
- Facilidad de manipulación.

(27)

- Memoria.- La memoria de los envoltorios se refiere a la habilidad que tienen para mantenerse en el lugar donde son colocados (buena memoria), sin que los bordes se regresen sobre el contenido del paquete (mala memoria).
- No debe reaccionar con el material que se empacará.
- Atóxico.<sup>(26)</sup>

Estos materiales son desechables y reutilizables y se clasifican en tres grupos:

- Materiales de grado médico. Tienen una fabricación estandarizada por el fabricante.<sup>(28)</sup> Por lo general, tienen una porosidad controlada no mayor a los 0.5 micrones y repelencia al agua.<sup>(26)</sup> Por ejemplo:

- Papel de fibra no tejida (papel crepado). Se utiliza en paquetes grandes, que requieran esterilizarse con vapor, formaldehído u óxido de etileno. Tiene la ventaja de ser económico, aunque solo se utiliza una vez y se desecha, no es tan durable, no tiene resistencia a la humedad y requiere doble capa.



Figura 6. Papel de fibra no tejida, también conocido como papel crepado. Papel Grado Médico Crepado Línea Sterisheet ®. Fabricado por Arjo Wiggins.

- Papel celulosa. Tiene una porosidad controlada de 0.1 micras, debe tener no menos de 55% de fibras largas y el resto cortas, de celulosa pura. En su

(28)

elaboración no se agregan blanqueadores ópticos. Su gramaje es de 60 a 65 gramos por metro cuadrado, su pH es neutro y presenta alta resistencia al desgarro. Este papel no libera pelusa, pero si fibras, si se abre el papel con la mano. Un gramaje entre 60 y 80 gramos sobre metro cuadrado garantiza la resistencia mecánica. El papel más grueso garantiza el factor de protección contra la entrada de bacterias. <sup>(26)</sup> Se utiliza para esterilización con vapor y óxido de etileno. Se presentan normalmente en sobres o bolsas, de fácil uso, no son reutilizables, y nos dan una larga vida de almacenamiento, aunque algunos instrumentos de cirugía llegan a punzar la bolsa. <sup>(28)</sup>



Figura 7. Bolsas de papel grado médico termosellables, tratado con Superanti®.  
Fabricado por TRO-PAK S.A.

- Papel Mixto. Combina el papel de grado médico y un polímero transparente. Tiene una parte transparente y otra opaca. <sup>(28)</sup> Estos sobres, también conocidos como: “Tipo Pouch”, sólo se deberán llenar a  $\frac{3}{4}$  partes de su capacidad y, al colocarse en la cámara de esterilización, independientemente del método a utilizarse, se debe de situar la cara del polímero contra la otra

cara de polímero, ya que el intercambio de aire, vapor o gases pasa solo a través del papel. <sup>(26)</sup> Es resistente a la tensión, explosión y rasgado, sellable por calor, de fácil apertura y cuenta con indicadores químicos incorporados. <sup>(26)</sup> Se utiliza cuando esterilizamos con vapor, óxido de etileno y vapor de formaldehído. No es un material reutilizable.



Figura 8. Sobres Autosellantes (cierre por banda deslizante). Fabricado por TRO-PAK S.A ®.

- Polipropileno no tejido. (SMS). Es un material formado por 3 capas fusionadas térmicamente: Spunbound, formado por fibras largas que le provee la fortaleza y meltblown, formado por fibras cortas y desordenadas. <sup>(26)</sup> Es flexible, durable, libre de hilos, buena barrera antibacteriana, resistente a punciones y repelente al agua. Su desventaja, es que solo se utiliza una vez y requiere doble capa. Para esterilización con vapor (debido a la retención de la humedad, se debe incrementar el tiempo de secado), óxido de etileno, formaldehído y peróxido de hidrógeno.

(30)



Figura 9. Polipropileno no tejido. Fabricado por Tecnología Regia en Equipo Médico e Industrial, S.A. DE C.V.

- Tyvek Mylar. Es un polímero sintético, una olefina hilada-ligada, compuesta esencialmente por fibras de polietileno en una hoja semejante al papel. Este método nos da una larga vida de almacenamiento, es fácil de usar y es impermeable, tiene una porosidad controlada, no desprende fibras al momento de abrirlo, aunque corremos el riesgo de que los instrumentos puncen la bolsa. Tiene un indicador químico incorporado. Es compatible con óxido de etileno, peróxido de hidrógeno, formaldehído y esterilización con vapor (bajo ciertas condiciones). No es reutilizable. <sup>(7) (28)</sup>



Figura 10. Ejemplo de DuPont™ Tyvek®, utilizado como envoltorio para esterilizar. <sup>(30)</sup>

(31)

- Materiales de grado no médico. Tienen una fabricación no estandarizada por el fabricante y por lo tanto, no tienen garantía de calidad frente a la permeabilidad, resistencia, ni porosidad. Por ejemplo:

- Textiles. Los más utilizados son el algodón, algodón con poliéster o la muselina. Deben tener un recuento de 55 hilos/centímetros cuadrados, distribuidos de la siguiente manera: urdimbre 28 hilos/centrímetro, trama 27 hilos/centímetro, con un total de 140 hilos/ pulgada cuadrada en doble envoltura. <sup>(26)</sup> Se lavan después de cada uso, por lo que se va deteriorando y reduce su eficacia, pues al ser tejidos, las bacterias lo penetran fácilmente, además de requerir doble capa y no ser resistentes a la humedad. <sup>(7) (28)</sup> Entre sus ventajas está que son materiales suaves, reusables, baratos, de fácil manipulación y absorbentes. Se utiliza para esterilización con vapor, formaldehído u óxido de etileno. <sup>(7) (28)</sup>



Figura 11. Tela de muselina y algodón de 140 hilos. Fabricado por Essential Home.

- Papel Kraft. Derivado de la celulosa, obtenido de la pasta química de la madera blanqueada. Es un material con porosidad controlada y su

fabricación está estandarizada en cuanto a aditivos, repelencia el agua y resistencia. El gramaje aceptado es de 60 a 80 gramos sobre metro cuadrado, con una humedad de 8%. Posee una porosidad menor de 0,3 micras, por lo que resulta ser una buena barrera antimicrobiana en las condiciones adecuadas de almacenamiento. Presenta un lado áspero (exterior) y uno satinado (interior), de modo que no libera pelusas. El término “papel Kraft” sólo se aplica al material que reúna las características antes mencionadas. Se utiliza solamente para esterilización con autoclave. Su desventaja es que se arruga fácilmente y no debe ser reutilizado. <sup>(26)</sup>

- Papel corriente para envolver. Para autoclave, aunque no se considera una barrera adecuada, pues tiene memoria, no es impermeable, genera pelusas y su porosidad no está estandarizada, contienen residuos tóxicos en su composición. <sup>(26)</sup>
- Contenedores rígidos. Son metálicos, de polímero, acero inoxidable, aluminio o plástico, de diferentes formas y tamaños. Pueden o no tener perforaciones o filtros bacterianos. Son buenos porque no se rompen, no rasgan fibras, no se contaminan y son de fácil traslado. Estos contenedores no deben utilizarse, con más de 30 piezas. <sup>(26)</sup> Los que tienen perforaciones son compatibles con esterilización con vapor, óxido de etileno, formaldehído y peróxido de hidrógeno, los que no las tienen, se utilizan para esterilizar utilizando el método de calor seco. Existen contenedores especiales, cuya naturaleza es de un polímero específico, que sirve para los tres métodos mencionados anteriormente y para el ácido paracético. <sup>(28)</sup>



Figura 12. En la figura 12-A, podemos observar una bandeja de esterilización. Fabricado por Qingdao Lange Technology & Mecial Device Co., Ltd. La figura 12-B, muestra una caja de Doyen, fabricada en acero inoxidable. Fabricada por PRONALAB. <sup>(6)</sup>

## MÉTODO DE EMPAQUETADO

Para realizar cirugías en perros y gatos, necesitamos esterilizar ropa (batas y campos quirúrgicos), las cuales deberán empaquetarse en bultos con el mínimo número de prendas a utilizarse, dobladas quirúrgicamente, colocando en la parte superior, la que se use primero.

Las gasas, deben empaquetarse, teniendo sumo cuidado, en contar el número exacto de gasas por paquete y de plegarlas de tal forma que se mantengan los bordes hacia adentro, sin dejar hilos y pelusas.

El método para envolver utilizando papeles o textiles, debe ser especial para que se abra fácilmente, sin interrumpir la técnica estéril. En la siguiente serie de figuras, observamos la forma en que se deben envolver paquetes de instrumental, campos o batas quirúrgicas. Dependiendo del número de capas de envoltorios a utilizar, podemos o no envolver el objeto a esterilizar con un primer campo.

Posteriormente se extiende el envoltorio, frente al operador, colocando el paquete en el centro, de tal forma, como se muestra en la Figura 13- 1, se traza una línea imaginaria (Letra B) con las dos esquinas de los campos, perpendicular al eje largo del paquete (Letra A). Después se doblará la esquina del envoltorio más cercana al operador sobre el paquete, hasta su borde lejano. La punta de esta esquina, se dobla hacia el operador (Letra C), de tal forma que se exponga, para facilitar la desenvoltura. Paso siguiente, deberá plegarse la esquina derecha (Letra A) del campo sobre el paquete (Figura 13-2.), para luego continuar, doblando la esquina izquierda sobre el mismo (Letra B) A continuación, el paquete deberá voltearse plegando la última esquina del envoltorio (Letra A) sobre el paquete (Fig. 13-3), ejerciendo presión sobre los pliegues realizados anteriormente. La esquina que queda de forma externa, deberá asegurarse con cinta transparente y con cinta indicadora. <sup>(7)</sup>

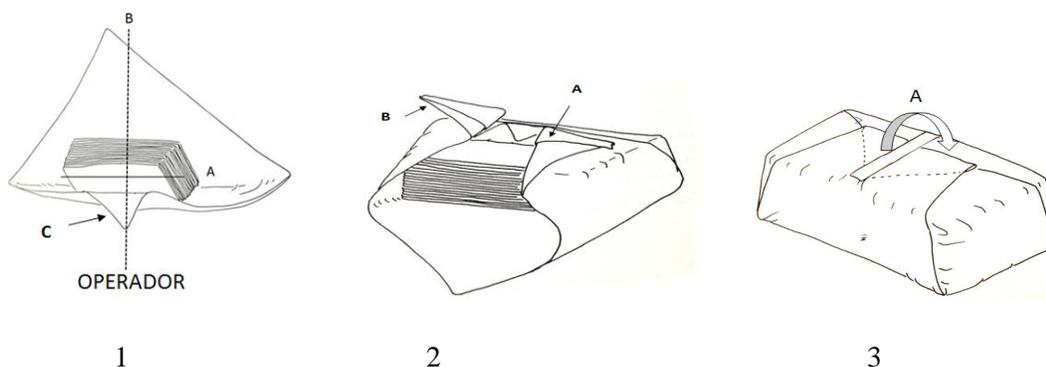


Figura 13-1. Envoltura y plegado de los paquetes de campos, batas o instrumental quirúrgico. Letra A. Eje longitudinal del paquete de campos. B. Línea imaginaria, perpendicular al eje largo del paquete. C. Punta de la esquina doblada hacia el operador. Figura 13-2. Letra A. Esquina derecha del campo. B. Esquina izquierda del campo. Figura 13-2. Letra A. Plegado de la última esquina del envoltorio sobre el paquete, la flecha indica la dirección del dobléz. <sup>(44)</sup>

Por otra parte, las batas quirúrgicas, que se utilizarán en el procedimiento, se deberán doblar de forma especial, para evitar la contaminación a la hora de desenvolverlas.

En la figura 14, se muestra cómo se debe comenzar extendiendo la bata, en una superficie lisa y limpia (Letra A), posteriormente, se doblarán las mangas hacia el centro de la bata con los puños hacia la parte inferior (Letra B). Plegar la parte lateral de la bata hacia el centro, de modo que las costuras laterales queden alineadas con las costuras de las mangas (Letra C). Paso siguiente, se doblará la bata, a la mitad, longitudinalmente (con las mangas en su interior) (Letra D), para después, doblar desde la parte inferior de la bata, hacia el cuello, en forma de abanico (Letra E). Si el operador lo desea, coloca una toalla doblada entre cada bata quirúrgica doblada y envolver ambos objetos en un paquete, en la forma anteriormente descrita. <sup>(7)</sup>

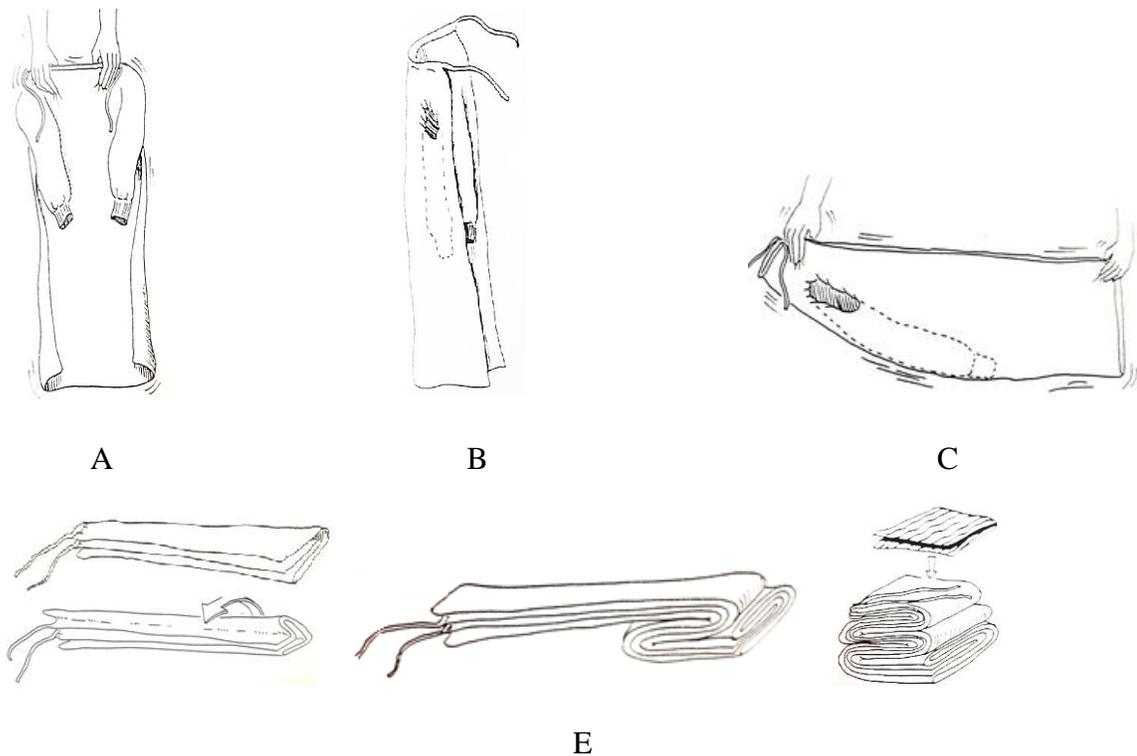


Figura 14. Doblado de batas quirúrgicas. <sup>(44)</sup>

Una vez realizados, todos los paquetes deben sellarse, de tal forma que se mantenga la esterilidad del contenido antes y durante el momento de uso. El sellado debe permitir una apertura fácil, aséptica y que evite caídas o roturas del material; este se realiza con cintas adhesivas, hilo de algodón, doblado manual o termo sellado. Se debe evitar el uso de ganchos, alfileres u otros elementos cortantes. Dependiendo del tipo de envoltorio, será el tipo de sellado, por ejemplo, las bolsas de papel deberán doblarse dos veces y luego se cerrarán con cinta adhesiva, que se colocará en forma vertical al cierre. El termo sellado, utilizado en empaques mixtos, necesita una máquina selladora, que realice un sellado hermético, dando al empaque un margen mínimo de 3 cm desde los bordes que permita una apertura del paquete en forma aséptica.

El paquete debe identificarse o rotularse, con letras claras, que proporcionen información fácil de interpretar y conocida por el usuario. El rotulado se lleva a cabo de forma manual o mecánica. El manual, debe colocarse sobre etiquetas autoadhesivas o cinta adhesiva (masking tape), posicionadas sobre la pestaña expuesta del envoltorio y evitando que las tintas de escritura manchen el contenido del paquete. Algunos de los datos, que deben colocarse son: nombre del material, fecha de elaboración del paquete y/o esterilización, nombre del técnico responsable de la elaboración y la fecha de caducidad. <sup>(26)</sup>

En la actualidad, existen los controles de esterilización, que son señales o marcas impresas en el exterior de los empaques, cuya finalidad es indicar, que el paquete ha estado expuesto a un determinado método de esterilización, pero no garantiza la esterilización de los objetos contenidos al interior del empaque. <sup>(28)</sup> Existen tres tipos principales de controles:

- Indicadores físicos.- Se refiere a incorporar elementos de medida, tales como termómetro, manómetros de presión, cronómetros, sensor de carga, válvulas o sistemas de registro de parámetros.
- Indicadores biológicos.- Son dispositivos inoculados con un número predeterminado de esporas bacterianas de especies no patógenas muy resistentes a la esterilización, que solo crecen al ser cultivadas cuando han sido sometidas a un proceso de esterilización fallido. Cuando se utiliza por medio de calor húmedo, se utilizan esporas de *Bacillus (Geobacillus) stearothermophilus*, pues se destruyen al exponerse al vapor durante doce minutos a 121°C, cuando se utiliza un horno de calor seco, se utilizan esporas de *Bacillus subtilis*, las cuales necesitan dos horas a 170° Centígrados, bajo calor seco para ser destruidas. Este tipo de indicadores son de ayuda para llevar a cabo controles del estado en el que se encuentran los equipos de esterilización.<sup>(30)</sup> Existen presentaciones de tiras de papel inoculadas, que deben enviarse al laboratorio, para su análisis, también existen ampolletas, con tiras de papel inoculado, que incluyen un medio de cultivo, que al entrar en contacto con el papel, a una temperatura y tiempo determinados, se observa si hay o no un cambio de coloración en el medio. Las pruebas biológicas de lectura rápida, poseen un sustrato que al detectar la presencia de enzimas asociadas a esporas, se vuelve fluorescente.
- Indicadores químicos.- Son dispositivos que contienen reactivos químicos, en los cuales, tras el contacto con el agente esterilizante y dentro de un parámetro estandarizado de tiempo, temperatura y humedad, se produce un cambio de

coloración. Se colocan en el interior o exterior de los empaques. Miden principalmente las condiciones de temperatura y tiempo, por lo tanto, no aseguran la esterilización del contenido. No sustituyen a los controles biológicos, son controles complementarios. Estos indicadores se presentan en sobres, papeles, sobres con tiras y cintas. Se colocan en cada paquete que se introduce al esterilizador. <sup>(28)</sup> En caso de las cintas testigo, no se deben poner menos de 5 centímetros. <sup>(26)</sup>

La vida útil de un producto estéril, es el tiempo que transcurre desde que es procesado hasta que se utiliza o hasta que alcanza la fecha de caducidad, momento, en el que debe retirarse y debe volver a esterilizarse. Para determinar el tiempo de vida útil de un producto, existen escalas, hechas a base de proporcionar puntos, dependiendo del número de envoltorios a utilizar, el material de los mismos, el lugar y forma de almacenamiento de los paquetes. Se suman los puntos obtenidos y dependiendo del número de puntos será el tiempo en horas, semanas, meses o años, en que los paquetes puedan utilizarse. La vida útil, depende de una adecuada manipulación, un correcto transporte, almacenamiento y uso. <sup>(26)</sup>

La manipulación debe ser la mínima imprescindible, si es posible tocando solo el estante que contenga los paquetes esterilizados, de lo contrario, deben sacarse teniendo las manos limpias y secas, sin pegar los paquetes a la ropa de trabajo (que debe estar en óptimas condiciones de limpieza) y evitando que se humedezcan, formando un ambiente propicio para el crecimiento bacteriano. Los paquetes más antiguos, deben ser los primeros en utilizarse y deben abrirse de forma correcta, es decir, permitiendo que se desenvuelvan, sin contaminarlos. Esto implica que el personal que los utilice, debe estar preparado para abrir el paquete y utilizar el contenido, independientemente del envoltorio que se haya utilizado.

Cuando hablamos de paquetes de gran volumen, pesados o difíciles de manejar, que estén envueltos en textiles o papeles, los vamos a desenvolver sobre una mesa de Mayo, siendo el segundo ayudante, durante la cirugía, el encargado de estirar la esquina expuesta, hacia sí mismo, impidiendo así, que su mano y brazo se extiendan sobre el área estéril. El circulante, sólo podrá manipular el borde y la parte inferior del paquete y una vez que este sea abierto, aquel miembro del equipo con bata y guantes estériles, será el encargado de colocar el contenido en un área estéril o en su defecto de manipularlo para comenzar a utilizarlo. Cuando existan paquetes con dobles envoltorios, el segundo ayudante podrá abrir ambos envoltorios o liberar solo el envoltorio externo.

Los paquetes envueltos en papel o textil, cuyo peso y tamaño permita que sean sostenidos por el operador mientras son desenvueltos, deben tomarse con la mano izquierda, para que con la derecha se despliegue la esquina del envoltorio y exponer así el contenido del paquete y este sea colocado en el campo estéril.

Si estamos utilizando como envoltorio bolsas de papel o bolsas mixtas, deben separarse los bordes de la parte sellada de tal forma que el contenido del paquete no entre en contacto con el borde abierto del envoltorio. Uno de los miembros del equipo con bata quirúrgica estéril, jala el contenido con delicadeza utilizando sus manos enguantadas o pinzas estériles. Estos sobres se cortan, pero no se desgarran. Las soluciones estériles se vierten en contenedores, evitando que las manos y brazos del segundo ayudante se extiendan sobre la zona estéril y que los líquidos se salpiquen o escurran en las manos o campo estéril. El recipiente receptor nunca deberá entrar en contacto con aquel que contiene la solución.

Para transportar los paquetes, se deben utilizar carros de fácil limpieza, superficies lisas y de preferencia fabricados con aluminio o polímeros plásticos termorresistentes, que soportan más la diferencia de temperatura, a diferencia de los carros de acero inoxidable y por lo tanto se disminuye la posibilidad de que se produzcan condensados. De ser posible, los racks se deben posicionar directamente en los carros, para no poner en contacto los paquetes con el medio de transporte. <sup>(29)</sup>

La bodega, cuyo acceso debe ser restringido, será amplia, de paredes lisas, de fácil limpieza, adecuado nivel de iluminación, lejos de la ropa sucia, contenedores de basura, cañerías de vapor, agua potable o residual. Cuando los paquetes estériles sean de acceso restringido o de escaso uso, se guardarán en vitrinas cerradas, con cobertores impermeables, de tal forma que se protejan de la humedad o la exposición al polvo.<sup>(7)</sup> Las estanterías abiertas, donde se guardarán paquetes de uso rutinario, deben ser de rejilla para evitar que se concentre el polvo y la humedad . En caso de paquetes pequeños, utilizar cajones o cestas. <sup>(26)</sup>Todas las estanterías deben, de preferencia tener ruedas que permita que se separen de las paredes y que los paquetes se coloquen a una altura mínima de 25 centímetros del suelo, 40 centímetros del techo <sup>(29)</sup> y a 5 centímetros de la pared <sup>(26)</sup>. Las condiciones ambientales ideales comprenden escasa humedad (45%-60%), mínima turbulencia de aire (10 recambios de aire por hora) y temperatura controlable (18°-24° Centígrados). <sup>(29)</sup>

(41)



Figura 15. Ejemplo de una bodega de almacén de material estéril. <sup>(29)</sup>

Una técnica adecuada de empaque, brinda una adecuada protección, identificación y mantenimiento de la esterilidad, además de facilitar el transporte y el manejo por el usuario.

<sup>(26)</sup>

## **MÉTODOS DE ESTERILIZACIÓN**

Los métodos de esterilización se dividen en dos grupos generales: métodos físicos y químicos. En la actualidad, existen clasificaciones que incluyen un tercer grupo considerado como métodos físico-químicos. <sup>(26)</sup>

Los métodos físicos utilizados para lograr la esterilización son: el calor seco, calor húmedo, la filtración y la radiación. <sup>(6)(26)</sup> Aunque la esterilidad se alcanza con métodos químicos, los métodos físicos son, en general, más confiables. <sup>(3)</sup>

Los métodos químicos implican el uso de químicos como agentes esterilizantes, ya sea en estado líquido o gaseoso. Cuando estos se encuentran en estado líquido, el procedimiento se lleva a cabo de forma manual y por lo tanto, es un proceso difícil de controlar, con grandes posibilidades de recontaminación durante el enjuague o secado y no permiten el almacenado del material que se esterilizó. Para utilizar agentes en estado gaseoso, se requiere de cámaras especiales, en las cuales, es factible llevar un monitoreo eficaz, pero

su uso es exclusivo a un nivel industrial, por sus elevados costos. Es por estas razones, que la esterilización por métodos químicos siempre será el último método de elección.

Algunos químicos que se utilizan son: el ácido paracético, el óxido de etileno, el glutaraldehído, el formaldehído y el peróxido de hidrógeno. Estos últimos dos químicos, bajo ciertas condiciones se consideran también como métodos físico químicos que deberán realizarse en cámaras con ciclos automatizados que brinden seguridad al usuario y garantía de los procesos. <sup>(26)</sup>

El método de esterilización ideal, sería aquel que reúna las siguientes características:

- Máximo poder de destrucción (Bactericida, fungicida, esporicida, tuberculida, viricida).
- Seguro, sencillo y fácil de manejar.
- Inofensivo para la salud de los profesionales.
- Compatibilidad con las características del material.
- Capacidad de monitorizar o controlar.
- Gran poder de penetración en el interior de los paquetes y en los instrumentales.
- Rápida efectividad, en poco tiempo.
- Bajo costo y alto rendimiento.
- Válido para esterilizar cualquier tipo de material.

Es evidente, que no existe un método ideal, es por eso que a continuación se mencionarán cada uno de los métodos de esterilización más utilizados y se explicarán sus ventajas y desventajas. <sup>(28)</sup>

## MÉTODOS FÍSICOS

Los mecanismos de acción de los métodos de esterilización están dirigidos a la destrucción de las estructuras implicadas en la protección de la célula o en el proceso de crecimiento (pared o membranas celulares) y a la inactivación de las estructuras relacionadas con la función vital (proteínas, enzimas y ácidos nucleicos).

Existen dos mecanismos de muerte provocados por el calor: la coagulación y oxidación de las proteínas.

La coagulación es el proceso mediante el cual las moléculas reactivas al agua desnaturalizan en forma irreversible a las proteínas, debido a la alteración de los enlaces de hidrógeno entre sus grupos peptídicos.<sup>(31)</sup> La coagulación ocurre a una temperatura de 52° Centígrados.<sup>(29)</sup>

La oxidación es el mecanismo mediante el cual, el calor es transferido muy lentamente, reduciendo el nivel de hidratación y destruyendo así las proteínas y componentes celulares. Este tipo de mecanismo se da a temperaturas más altas: 160° Centígrados. Al reducir el nivel de hidratación, las proteínas de las esporas están protegidas, hecho por lo que son más resistentes al calor seco que al calor húmedo.<sup>(27)</sup> Los métodos físicos de esterilización, se muestran en el siguiente gráfico:

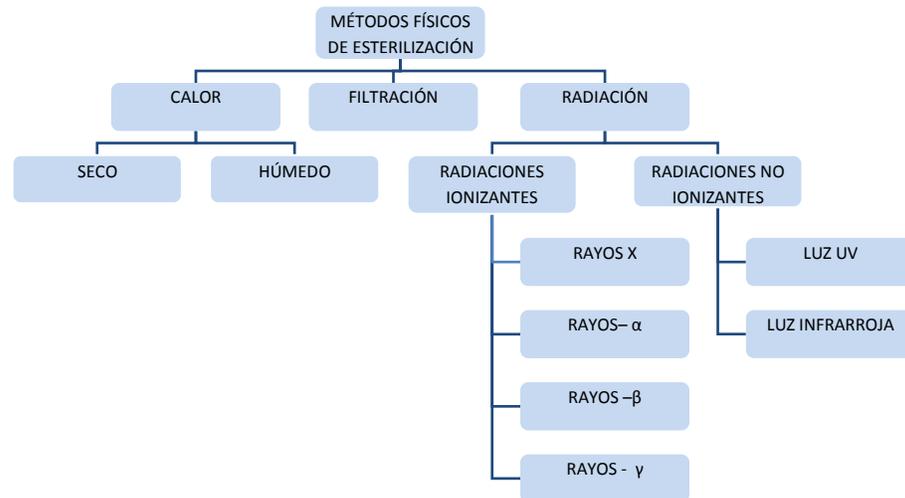


Figura 16. Organigrama que muestra los distintos métodos físicos de esterilización.

El flameado es un procedimiento que consiste en someter o acercar el material, previamente impregnado con alcohol, a un mechero de tipo Bunsen y esperar hasta lograr su incandescencia. Es un método simple, que logra su acción gracias al efecto térmico que provoca, su desventaja, es que deteriora el acero y causa pérdida del filo del instrumental de diéresis. Normalmente se utiliza en los laboratorios de microbiología, para esterilizar asas de siembra, tubos de vidrio o pipetas. <sup>(6)(28)</sup>

La incineración, a pesar de destruir la carga microbiana por combustión, no se considera un método de esterilización, más bien se utiliza para la eliminación de residuos biopeligrosos, por ejemplo, materiales sucios de curación, colchones de cama y cadáveres. Se lleva a cabo en hornos crematorios o incineradores de características especiales y es un procedimiento barato, rápido y eficaz. <sup>(6)(28)</sup>

La ebullición es un procedimiento que comprende la colocación del material a esterilizar en recipientes con agua, en algunas ocasiones destilada, la temperatura de ebullición (100°

Centígrados), por 30 minutos. Este método no asegura la esterilidad de los objetos, debido a que destruye todas las formas vegetativas de los microorganismos y algunas esporas, incluso VIH (Virus de la Inmunodeficiencia humana) y el VHB (Virus de la Hepatitis B), pero existen ciertas esporas resistentes a esta temperatura. Es por eso que se recomienda como una última alternativa, ante la imposibilidad de realizar cualquier otro método, pues siempre hay un índice importante de contaminación. <sup>(30)</sup> Normalmente se utiliza para esterilizar agujas, jeringas, suturas resistentes al calor e instrumental quirúrgico. <sup>(32)</sup>

La tindalización es un método poco utilizado, que normalmente en microbiología, sirve para esterilizar líquidos o sustancias que no resisten el tratamiento a través de la esterilización por vapor, debido al riesgo de alteración. Se le conoce también como esterilización fraccionada <sup>(28)</sup> y consiste en calentar el medio a una temperatura de 60-70° centímetros, durante 30 minutos o 1 hora por tres veces consecutivas pero dejando un intervalo de 24 horas entre cada vez. Se realiza en una variante del autoclave, que utiliza una válvula abierta, es un método en desuso, ya que, a las temperaturas antes mencionadas, todas las formas vegetativas son destruidas y las esporas termo resistentes germinan entre cada paso y se transforman en formas vegetativas que son eliminadas con los tratamientos consecutivos. <sup>(33)</sup>

## **CALOR SECO**

Lo utilizamos en instrumentos cortantes y de acero inoxidable, agujas, jeringas de cristal, tubos, pipetas de vidrio, polvos estables al calor, líquidos y sustancias liposolubles tales como aceites, silicona, parafina, vaselina, cremas y polvos de talco.

Los envoltorios que deben utilizarse, no deben aislar a los objetos del calor y no deben destruirse a pesar de la temperatura utilizada.<sup>(7)(26)(28)</sup>

## **MECANISMO DE ACCIÓN**

Este método de esterilización elimina microorganismos al ocasionar la oxidación de sus proteínas.<sup>(26) (28)</sup>

## **PARÁMETROS CRÍTICOS**

Su efectividad depende de la difusión del calor, la cantidad de calor disponible y los niveles de pérdida de calor. Sus parámetros críticos son la temperatura y el tiempo.<sup>(26) (28)</sup>

## **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CALOR SECO**

En el siguiente cuadro, se muestran las ventajas y desventajas del uso del calor seco como método de esterilización.

| CALOR SECO  |  |
|---|--|
| VENTAJAS  | DESVENTAJAS  |
| Fácil penetración en sólidos, líquidos no acuosos y cavidades cerradas. | Penetra lentamente en los materiales, por lo que requiere largos periodos de exposición.   |
| El calor seco es menos corrosivo con el metal.                          | El calor seco es más oxidante con el metal.  |
| No erosiona el vidrio, como lo hace el vapor.                           | No debe utilizarse en materiales que no soporten la acción   |
| Se utiliza en materiales que no soporten la acción del calor húmedo.    | Especial selección del material de empaque, no debe utilizarse en textiles, ni papel. Pueden utilizarse frascos de vidrio refractario o cajas metálicas. |

Cuadro 3. Ventajas y desventajas del uso del calor seco. <sup>(26)</sup>

## HORNOS DE CALOR SECO

La esterilización con calor seco, se lleva a cabo en hornos o estufas, las más comúnmente utilizadas son: la estufa de convección por gravedad y la estufa de convección mecánica (circulación de aire forzado).

La estufa de convección por gravedad, está compuesta por una cámara revestida de resistencia eléctrica en su pared interior y posee un canal u orificio de drenaje de aire en la pared superior. La circulación depende de las corrientes producidas, ocasionadas por la elevación de la temperatura y el choque de las diferencias de temperatura. Por ello, su proceso es más lento y menos uniforme.

La estufa de convección mecánica, posee un dispositivo que produce el rápido movimiento de un volumen grande de aire caliente, facilitando la transmisión de calor directamente a la carga o paquete. Se requiere menos tiempo y ofrece un equilibrio térmico adecuado. <sup>(26)</sup>

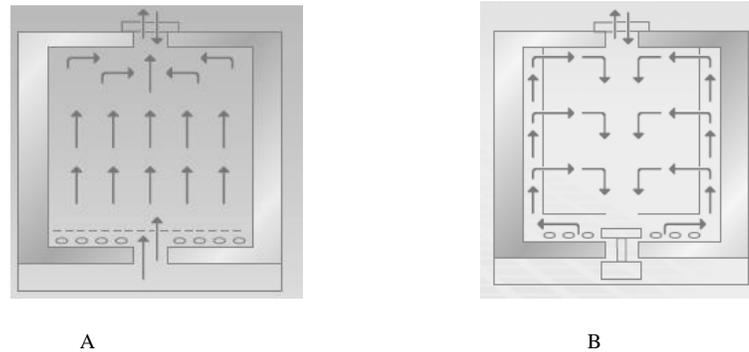


Figura 17. En la figura A, observamos el mecanismo de acción que tiene una estufa de convección por gravedad. Se observa el orificio por el que se expulsa el aire en la pared superior. La figura B, muestra el interior de una estufa de convección mecánica. El sentido de las flechas, indica la dirección que sigue el calor dentro de la estufa. <sup>(26)</sup>

## PROCEDIMIENTO

Los pasos para la esterilización con calor seco son:

1. Colocar los paquetes procurando que estos no toquen las paredes y que no se obstruyan los orificios de las charolas. Entre cada paquete, debe haber espacio suficiente para que exista una buena circulación.
2. Cerrar el aparato y esperar a que alcance 170° Centígrados. Existen algunos hornos que cuentan con un precalentamiento, por ello, es necesario checar las indicaciones del fabricante, entre estas se encontrará el tiempo que tarda el horno en alcanzar dicha temperatura (que es aproximadamente en 60 minutos).
3. Una vez alcanzada la temperatura requerida, se ajusta el cronómetro para un periodo de 60 minutos, tiempo requerido para el esterilizado a esta temperatura. En caso de que deba modificarse la temperatura del horno, se ajustará el tiempo de exposición, con base al siguiente cuadro:

| Relación de la temperatura y el tiempo de exposición en la Esterilización con Calor Seco |                                |
|--|--------------------------------|
| Temperatura (° Centígrados)  | Tiempo de Exposición (Minutos) |
| 180  | 30                             |
| 170  | 60                             |
| 160  | 120                            |
| 150  | 150                            |
| 140  | 180                            |
| 121  | 720                            |

Cuadro 4. Relación de la temperatura y el tiempo de exposición al utilizar calor seco. <sup>(26)</sup>

Es importante no abrir el equipo durante el precalentamiento y la esterilización, en caso contrario, la temperatura disminuirá afectando el proceso. En caso de que se abriera de forma accidental, debe iniciarse el proceso de nuevo.

- Desconectar el horno y esperar a que la temperatura disminuya a 60° Centígrados, para abrir el aparato y retirar el instrumental.

## **CALOR HÚMEDO**

El método de esterilización por calor húmedo, se utiliza en materiales como: Textiles (algodón, hilo, fibras sintéticas), siempre y cuando la porosidad no dificulte el paso del vapor y la succión de aire por la bomba de vacío, metales (instrumental, alambre o implantes de grado médico), vidrio o cristal, líquidos (siempre y cuando no se vea alterada su composición y el llenado del recipiente no sobrepase las 2/3 partes de su capacidad), gomas y plásticos termorresistentes. <sup>(26)</sup>

## **MECANISMO DE ACCIÓN**

El calor húmedo reduce la contaminación de algunos objetos que utilizamos durante el acto quirúrgico, mediante la coagulación y desnaturalización de proteínas, provocada por la combinación de temperatura y la dosis saturada, que actúa, al entrar en contacto con la superficie u objeto a esterilizar. <sup>(26) (28)</sup>

## **PARÁMETROS CRÍTICOS**

Los parámetros críticos de la esterilización con vapor son: tiempo, temperatura y la presión de vapor saturado. El vapor saturado debe tener un título mínimo de 0.97, es decir, un 97% de vapor y un 3% de condensado (agua), ser libre de impurezas, debe generarse utilizando agua blanda o tratada y debe entrar en contacto con todos los lugares de la cámara donde halla material. Utilizar un vapor con mayor porcentaje de condensado, deja mojados los paquetes favoreciendo la recontaminación. <sup>(26) (28)</sup> El tiempo y la temperatura, están en relación directa con el grosor o el tipo de empaque. <sup>(26)</sup>

En términos matemáticos, en los métodos de esterilización en los que se involucra el calor, es necesario determinar un valor Z, que se define como el número de grados centígrados necesarios para reducir el valor D en un factor de 10 o un logaritmo <sub>10</sub>. Si es necesario, conocer el tiempo de exposición, para conseguir la esterilidad a otras temperaturas de procesos diferentes a 121° Centígrados, se aplicará la siguiente fórmula matemática:

$$F = t * 10^{(T-121)/z}$$

Dónde:

t representa el tiempo de aplicación del tratamiento letal.

T representa la temperatura (° Centígrados).

z representa la temperatura (° Centígrados) requerida para disminuir el valor D en un factor de 10. <sup>(27)</sup>

El valor F a 121° Centígrados del microorganismo más resistente conocido (esporas de *Bacillus (Geobacillus) stearothermophilus*) se denomina valor F<sub>0</sub>. En este caso el valor F, o unidad de letalidad, a 121° Centígrados para esta población de esporas, cuyo valor Z es de 10° Centígrados, es de 12 minutos. Por lo tanto, el tiempo mínimo de exposición de los productos a esta temperatura debe ser al menos dicho tiempo, con el fin de obtener la seguridad de que el producto será esterilizado. Valores F obtenidos para otros microorganismos a 121° Centígrados deben ser menores de 12 minutos.

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CALOR HÚMEDO

| CALOR HUMEDO                      |   |
|-----------------------------------|---|
| VENTAJAS                          | DESVENTAJAS   |
| Tiempos cortos de esterilización. | No compatible con materiales que no resisten el calor y la humedad. |
| Económico.                        |   |
| No deja residuos tóxicos.         | Produce cierto grado de corrosión en el instrumental de metal.      |
| Fácil monitorización del proceso. |   |

Cuadro 5. Ventajas y desventajas del uso del calor húmedo como método de esterilización.

## **AUTOCLAVES**

El término autoclave, significa “se cierra a sí mismo”, es decir, la puerta de la cámara de esterilización se mantiene cerrada por la presión existente dentro de la cámara, la cual, es uno de los cinco componentes principales de esta máquina:

- Cámara esterilizadora.- Contenedor para los objetos que van a ser esterilizados.
- Recipiente de alta presión.- Aquel en donde se calentará el agua. (Ambos depósitos se cierran por medio de tornillos o sistema tipo bayoneta).
- Válvula de control de presión.- mantiene el nivel de vapor deseado, en caso de ser necesario, expulsan el aire excedente. En algunas ocasiones puede ser también un sensor de temperatura.
- Válvula de seguridad.- permite el escape del vapor, es útil en caso de que la válvula de control no funcione de forma correcta, ya que el vapor no escapará y la presión se elevaría tanto que provoca una explosión.
- Sistema de expulsión de aire.- opera mediante una pieza o fuelle, relleno con una mezcla de agua y alcohol.

Existen distintos tipos de esterilizadores a vapor, dependiendo de la forma en el que expulsan el aire, por ejemplo, aquellos que se conocen como: autoclaves de desplazamiento de gravedad o gravitacionales, remueven el aire interno por gravedad, ya que el aire frío es más denso y tiende a salir por un conducto colocado en la parte inferior de la cámara. Son autoclaves con un tiempo de esterilización mayor, esto se debe a la salida incompleta de aire, que disminuye el contacto del vapor con el paquete.

Los esterilizadores de pre-vacío, como su nombre lo indica, tienen una bomba de vacío o sistema Venturi, para retirar el aire de la cámara rápidamente mediante succiones repetidas de aire, de modo que el vapor ingresa a la cámara a mayor velocidad. Al eliminar las bolsas de aire, aumentamos la penetración del vapor, aún en materiales porosos, pues el aire y el vapor no son mezclables entre sí y estas bolsas o burbujas, impiden la difusión y expansión del vapor. Estos esterilizadores, tienen tiempos de esterilización menores.

Las autoclaves instantáneas, son aquellas cuyo uso exclusivo es de emergencia, ya que operan a temperaturas mayores, para disminuir el tiempo de esterilización, pero, eliminan del ciclo la fase de secado y por lo general, el instrumental no está envuelto, favoreciendo así la recontaminación del material. (26)

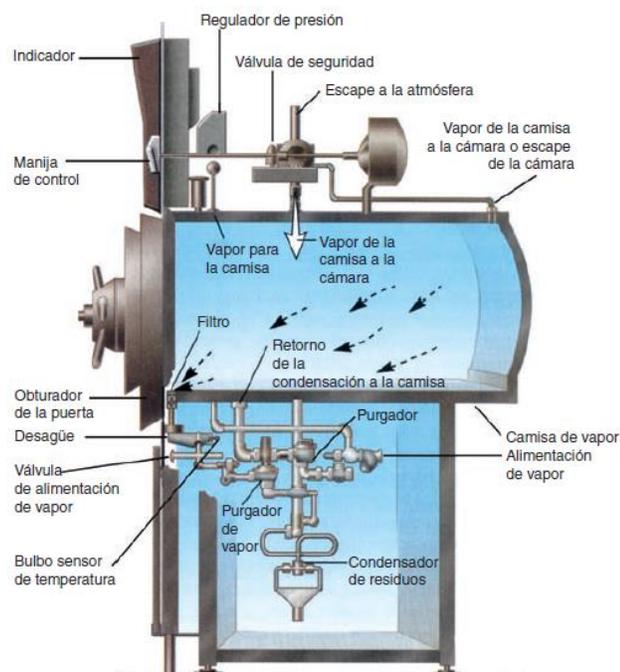


Figura 18. Partes de una autoclave de desplazamiento por gravedad. (31)

## PROCEDIMIENTO

Los pasos para la esterilización con calor húmedo son:

1. Colocar los paquetes en la cámara esterilizadora.
2. Calentamiento inicial de la cámara acompañado de la salida o extracción del aire “pre vacío”. Según el tipo de autoclave, puede haber varias extracciones o vacíos sucesivos.
3. Calentamiento para alcanzar la temperatura interior, usando inyecciones de vapor, hasta alcanzar las condiciones (temperatura y presión) de esterilización.
4. Ejecución del ciclo de esterilización, manteniendo los parámetros citados, durante el tiempo establecido. Los más utilizados se observan en el siguiente cuadro:

| Relación de la temperatura, presión de vapor y tiempo de exposición |                                 |                              |                                    |
|---|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Tipo de esterilizador   | Temperatura<br>(° Centígrados ) | Presión de Vapor<br>(Libras) | Tiempo de Exposición<br>(Minutos)* |
| Desplazamiento por Gravedad   | 121-123                         | 15-20                        | 15 - 30                            |
| Desplazamiento por Gravedad   | 132-135                         | 27- 28                       | 10-25                              |
| Esterilizadores de pre-vacío  | 121- 123                        | 15-20                        | 15 - 30                            |
| Esterilización de emergencia en un esterilizador de pre-vacío       | 132 – 135                       | 27- 28                       | 3-4                                |
| *Añadir tiempo de secado, de aproximadamente 20 minutos.            |                                 |                              |                                    |

Cuadro 6. Parámetros críticos de esterilización, de acuerdo al tipo de esterilizador utilizado.

(3)(6)(7)(26) (31)

5. Expulsión del vapor. Se acompaña de caída de la presión, también se le llama descompresión.
6. Secado final. Implica la igualación de la presión interna de la cámara a la atmosférica. <sup>(28)</sup>

## **FILTRACIÓN**

Los materiales en los que se aplica el filtrado, son líquidos termosensibles o gases termolábiles, aunque su aplicación es mayor a nivel industrial, en el ámbito quirúrgico, hospitalario y en algunos laboratorios, se utiliza para filtrar el propio aire atmosférico. Estos filtros, deben tener elevada eficiencia para partículas existentes en el aire y es por eso que se conocen como filtros HEPA (High Efficiency Particle Air Filter).<sup>(32)(35)</sup>

## **MECANISMO DE ACCIÓN**

Se define como el paso de partículas a través de filtros con poros por los que pasan los microorganismos. El sistema de filtración utilizado, se esteriliza, independientemente del filtro y, posteriormente, el sistema se ensambla en condiciones asépticas para el momento de realizar la filtración.<sup>(35)</sup>

## **PARÁMETROS CRÍTICOS**

El parámetro crítico, en el caso de la filtración es el tamaño de los microporos, una medida que debe ser controlada, ya que dependiendo de este, será el tipo de microorganismo que pase por el filtro. Algunas de las células bacterianas de mayor tamaño miden más de 10  $\mu\text{m}$  (Micrómetros) de diámetro, mientras que las más pequeñas en la escala de tamaños tienen un diámetro menor de 0.3  $\mu\text{m}$ . Los virus tienen un rango de diámetro entre 28 y 200  $\mu\text{m}$ .<sup>(35)</sup>

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA FILTRACIÓN

| FILTRACIÓN            |  |   |
|-----------------------|--|---|
| TIPO DE FILTRO        | VENTAJAS   | DESVENTAJAS   |
| Filtro de Profundidad | Alta capacidad de retención de partículas en su superficie y estructura.   | No presentan un tamaño uniforme de poro.  |
|                       | Permiten la filtración de grandes volúmenes de líquidos o de líquidos con gran cantidad de partículas en suspensión.   | Existe la posibilidad de liberar microorganismos que hayan crecido dentro del filtro, hacia el material filtrado. |
|                       | Existe un amplio rango de tamaño de poros.   |   |
|                       | Económicos.  |   |
| Filtro de membrana    | Al conocer el tamaño exacto del poro, se seleccionan de tal forma que retengan en su totalidad los microorganismos presentes en una solución.                    | Se saturan rápidamente, por lo tanto su velocidad de filtración es lenta  |
| Filtro de Nucleación  | Al conocer el tamaño exacto del poro, se seleccionan de tal forma que retengan en su totalidad los microorganismos presentes en una solución.                    | Costo elevado.  |
|                       | El material filtrado queda retenido dispuesto en un solo plano en la superficie del filtro, lo cual es útil para preparar muestras para microscopía electrónica. |   |

Cuadro 7. Ventajas y desventajas de la filtración como método de esterilización. <sup>(32)</sup> <sup>(35)</sup>

## **FILTROS**

Un filtro, es un dispositivo con poros demasiado pequeños para que pasen los microorganismos, pero suficientemente grandes para permitir el paso de un líquido o gas.

El tamaño de los poros va de 0.01 a 1.1 micras. Existen tres tipos principales de filtros:

El filtro de profundidad, es uno de los más antiguos y está constituido por una lámina fibrosa o tapete hecho de matrices dispuestas al azar de fibras de papel, asbesto o vidrio que se solapan. Estos filtros atrapan partículas en la imbricada trama y urdimbre que se crea a través del espesor (profundidad) de la estructura.

Dado que son bastante porosos, se emplean a menudo como prefiltros para eliminar de una solución, las partículas de gran tamaño que dificulten el proceso final de esterilización por filtración. También se utilizan para esterilizar por filtración el aire en los procesos industriales.

El tipo de filtro más común es el filtro de membrana, que se compone de polímeros con una elevada resistencia, como el acetato de celulosa, nitrato de celulosa o polisulfonas, diseñados para presentar numerosos poros diminutos. En el proceso de fabricación, se controla con precisión el tamaño de los poros de las membranas y por lo tanto el tamaño de moléculas que pasan a través de ellos. La diferencia de estos filtros, con lo de profundidad, es que estos funcionan como un tamiz, reteniendo muchas de las partículas en la superficie del filtro y permitiendo una tasa de flujo de líquido relativamente alta. <sup>(35)</sup>

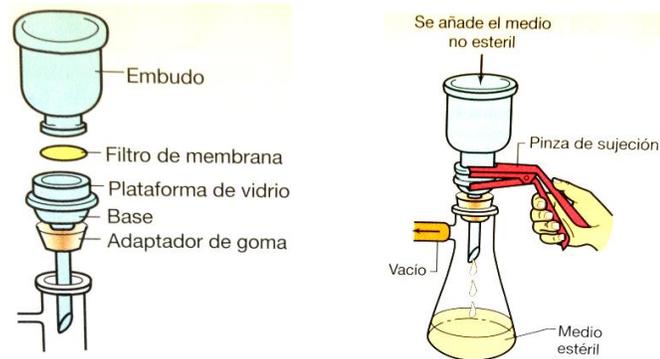


Figura 19. Ensamblaje de un sistema reutilizable con filtro de membrana. (35)



Figura 20. Filtro de membrana S- Pak ®, estériles y envasados individualmente.

El tercer tipo de filtro para uso común es el filtro de nucleación (Nuclepore), que se obtienen tratando películas muy finas de policarbonato ( $10\ \mu\text{m}$ ) de grosor con radiación nuclear y fracturando la película con un producto químico. La radiación produce micro lesiones localizadas en la película y la acción química incrementa el tamaño de los daños microscópicos producidos hasta formar poros. Los tamaños de los micro poros se controlan con precisión con el tipo de solución química empleada y el tiempo de tratamiento. Un filtro Nuclepore típico tiene agujeros muy uniformes dispuestos casi

verticalmente a través de la fina película. Se utilizan comúnmente en microscopía electrónica de barrido. Un microorganismo se separa del líquido y se concentra en un único plano en la superficie del filtro; pudiendo ser observado en el microscopio. <sup>(35)</sup>

## **PROCEDIMIENTO**

Los pasos para la esterilización por filtración son:

- 1.- Montaje del sistema de filtración. Dependiendo de la sustancia a esterilizar, se monta el sistema, bajo una condición estrictamente aséptica.
- 2.- Colocar el contenido a esterilizar, dentro de la bandeja de entrada.
- 3.- Esperar el tiempo necesario mientras se lleva a cabo el filtrado.
- 4.- Retirar el contenido estéril.
- 5.- Empaquetar, etiquetar y almacenar. <sup>(35)</sup>

## **RADIACIÓN**

Para la aplicación de la radiación ionizante como agente esterilizante se requieren instalaciones especiales, es por eso que, por lo general, se utiliza a nivel industrial y para los siguientes materiales: Soluciones intravenosas, suturas quirúrgicas, material de implantación (prótesis), instrumental quirúrgico, recipientes para muestras, jeringas, agujas, guantes quirúrgicos, catéteres y sondas. <sup>(28)</sup> Deben utilizarse envoltorios específicos, para rayos  $\gamma$ , por ejemplo, se sugiere el uso de polietileno de baja densidad de espesor (0.076 milímetros). <sup>(26) (28)</sup> Los rayos  $\gamma$ , tienen la ventaja de penetrar los envoltorios, por lo que es posible que se utilice el producto interno a pesar de que se retire el envoltorio. <sup>(37)</sup> En el caso de la luz UV (Ultravioleta), no se recomienda para esterilizar artículos de goma,

plásticos, ópticos y lentes, pues tienden a absorber los rayos UV. Estos rayos no penetran las superficies sólidas, opacas y absorbentes de luz <sup>(29)</sup> Su aplicación principal es la irradiación del aire circundante y superficies de las instalaciones de hospitales y laboratorios. <sup>(31) (34)</sup>

## **MECANISMO DE ACCIÓN**

Existen dos tipos de radiaciones, las radiaciones ionizantes, que tienen la propiedad de excitar los electrones atómicos, desprendiéndose y produciendo iones positivos (cationes). Estos son principalmente: rayos X, rayos  $\alpha$ , rayos  $\beta$  y rayos-  $\gamma$ .

La radiación ionizante mediante rayos-  $\gamma$ , causa la muerte celular inhibiendo la división celular, mediante la ruptura de las cadenas sencilla y doble del ADN, la generación de radicales libres tóxicos y peróxido de hidrógeno a partir del agua que está en el interior de las células microbianas. Estos rayos son provenientes del cobalto 60 o cesio 137 y tienen un alto poder de penetración. <sup>(27) (28) (31)</sup>

La esterilización mediante rayos  $\beta$  (utiliza electrones), tiene un bajo poder de penetración pero gracias a la aceleración que se les aplica mediante un equipo especial (acelerador de partículas), este poder se ve considerablemente aumentado. El impacto de dichos electrones en las estructuras celulares provoca alteraciones a nivel molecular, causando la muerte celular. <sup>(27)</sup>

Las radiaciones no ionizantes son las que, al incidir sobre la materia, no producen su ionización, son ultravioleta (UV) o infrarrojos (IR). <sup>(28)</sup> El mecanismo de acción de la luz UV consiste en la excitación de los átomos. La inactivación de los microorganismos resulta

de la desnaturalización del ácido nucleico, que altera los procesos normales de la célula cómo la síntesis y división celular y por la formación de dímeros de timina. <sup>(33)</sup> Muchos microorganismos poseen mecanismos para neutralizar la mutagénesis producida por la luz UV, de forma que para garantizar la esterilización por este método se necesitan largos tiempos de exposición, debido a su poca capacidad de penetración. <sup>(26) (27) (31)</sup> La radiación infrarroja para esterilización, solamente se ha utilizado de forma experimental mediante el uso de un esterilizador prototipo, el cual destruía esporas de *B. atrophaeus*. Algunas de sus posibles ventajas, son ciclos de tiempo corto, poco gasto energético, nulos residuos toxicológicos. <sup>(34)</sup>

Existen estudios realizados en el año 2004, que evalúan la efectividad del horno de microondas en la esterilización de material de fibra de algodón, en el cual refieren al “microondas” como un método que utiliza ondas electromagnéticas de alta frecuencia, es decir, el espectro de frecuencias comprendido entre 1 GHZ (gigahertz) y 30 GHZ (longitudes de onda de 1 a 30 centímetros); situándose entre la radiofrecuencia y la luz infrarroja, comparten las propiedades de ambas radiaciones, por ejemplo, al igual que los rayos infrarrojos las microondas hacen vibrar ciertas moléculas de los cuerpos que atraviesan y que al hacer fricción entre ellas alcanzan temperaturas elevadas en un tiempo corto, alterando las funciones vitales de las bacterias. De acuerdo con este artículo, este método es útil cuando se desea esterilizar productos derivados de fibra de algodón, en este caso paquetes de gasas, expuestos durante 30, 60 y 90 segundos en hornos de microondas de 1000 watts de potencia. Los resultados obtenidos demuestran una efectividad del 100% para microorganismos como: *Escherichia coli*, *Staphylococcus spp.*, *Pseudomonas spp.* y

(62)

*Aspergillus flavus*. Para el caso de *Clostridium spp.*, la efectividad a los 30 segundos fue en promedio del 60%, mientras que la efectividad de 100% se obtuvo a partir de los 60 segundos de exposición. <sup>(36)</sup> Los microondas que tenemos comúnmente en casa, tienen una potencia aproximada de 2.45 GHZ, lo cual los hace capaces de inactivar cultivos bacterianos, micobacterias, virus y esporas de *G. stearothermophilus*, en un intervalo de tiempo que va desde 60 segundos a 5 minutos dependiendo del microorganismo. La efectividad de este método de esterilización, debe seguir investigándose, probando distintas potencias, presencia o ausencia de agua e incluso la efectividad de los hornos fabricados para el hogar, pues se cree que no tienen un efecto uniforme en las superficies a esterilizar. <sup>(34)</sup>

## **PARÁMETROS CRÍTICOS**

La unidad de radiación es el roetgen, que es una medida de energía radiante procedente de una fuente. En el caso de la radiación ionizante, el parámetro crítico es la dosis total absorbida. <sup>(28)</sup> La dosis absorbida es el rad (100 ergios/gramo), o el Gy (Gray) (1 Gy=100 rad). <sup>(35)</sup>

| Sensibilidad a la Radiación de los Microorganismos |   |                 |
|--|---|-----------------|
| Especie o Función                                  | Tipo de Microorganismo                    | <i>D10</i> (Gy) |
| <i>Clostridium botulinum</i>                       | Bacteria Gram + anaerobia esporulada      | 3300            |
| <i>Clostridium tetani</i>                          | Bacteria Gram + anaerobia esporulada      | 2400            |
| <i>Bacillus subtilis</i>                           | Bacteria Gram + anaerobia esporulada      | 600             |
| <i>Salmonella typhimurium</i>                      | Bacteria Gram -                           | 200             |
| <i>Deinococcus radiodurans</i>                     | Bacteria Gram – resistente a la radiación | 2200            |
| <i>Aspergillus niger</i>                           | Moho                                      | 500             |
| <i>Glosopeda</i>                                   | Virus                                     | 13000           |
| <i>Coxsackie</i>                                   | Virus                                     | 4500            |

Cuadro 8. Dosis de radiación necesaria (*D10*), en grays (100 rads), para reducir 10 veces (1 unidad logarítmica), el número de algunos microorganismos o sus funciones biológicas.  
(35)

En el caso de los rayos  $\gamma$  el rango de energía, que permite su uso sin generar radiación secundaria debe ser siempre menor a 5 megaelectronvoltios, durante un tiempo determinado, que va de minutos a horas, dependiendo del grosor y el volumen del producto a esterilizar. Existen radiaciones emitidas por un haz de electrones, que se forman por la aceleración y conversión de la electricidad, estas radiaciones emiten la misma dosis de radiación pero en menos segundos, solo que únicamente se utiliza en productos pequeños.

(37) Para la luz UV, debemos considerar factores como la potencia de los tubos, la longitud de onda, la temperatura y la intensidad de esta luz, que se ve afectada por la distancia y la suciedad de los tubos. (26) El efecto máximo bactericida, se obtiene al tener una longitud de onda de 240 a 280 nanómetros. (34) La eficiencia en la inactivación de los microorganismos es proporcional a la dosis de rayos UV (Watts por segundo/centímetro cuadrado), que implica: la intensidad de la fuente de luz (Watts/centímetro cuadrado) multiplicada por el

(64)

tiempo de exposición. La mayoría de los virus y las bacterias requieren dosis bajas para su inactivación que van en un rango de 2 a 6 milli watts por segundo/centímetros cuadrados para eliminar el 90% de los microorganismos. <sup>(38)</sup> En el caso de esterilización con radiación  $\gamma$ , los estudios realizados con las esporas de *Bacillus pumilus* y de acuerdo a ciertas normas, se establece que la dosis absorbida mínima para conseguir la esterilización es de 25 kGy (dosis absorbida). <sup>(27)</sup>



Figura 21. Ejemplo de lámpara de luz UV, para el control del aire. <sup>(38)</sup>

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA RADIACIÓN

| RADIACIÓN   |   |
|---|---|
| VENTAJAS  | DESVENTAJAS   |
| Las radiaciones ionizantes tienen gran poder de penetración, por lo que es idóneo para esterilizar elementos de pequeño calibre y de gran longitud. | Requieren instalaciones especiales, con una fuente de radiación, así que por lo general, es un medio prácticamente reservado a empresas de gran producción de ámbito no hospitalario. |
| Fácil monitorización del proceso.   | Se necesita equipo especial para el personal y estrictas medidas de seguridad, conforme a la legislación vigente.   |
| No dejan residuos en los productos.   | En el caso de la luz UV, la eficacia es reducida, debido a su bajo poder de penetración.<br>Requieren un prolongado tiempo de exposición.   |

Cuadro 9. Ventajas y desventajas de la radiación como método de esterilización. <sup>(28) (29)</sup>

## DISPOSITIVOS QUE EMITEN RADIACIÓN

Las lámparas de vapor de mercurio, emiten más del 90% de su radiación cuando tienen una longitud de onda de 253.7 nm (nanómetros), que es un valor cercano a la actividad microbicida máxima. <sup>(34)</sup>

Entre las fuentes de radiación ionizante, se encuentran: dispositivos productores de rayos X, tubos de rayos catódicos y nucleidos radioactivos. Las principales fuentes comerciales son los nucleidos radioactivos que emiten rayos  $\gamma$ . Los dos isótopos radioactivos más empleados son: Co y Cs, ambos son relativamente baratos y producidos mediante fisión nuclear. <sup>(35)</sup>

Los rayos UV, provienen de lámparas de vapor de mercurio de baja presión, que emiten una longitud de onda de 254 nm y las lámparas de vapor de mercurio de mediana presión que tienen un amplio espectro de acción. <sup>(39)</sup>

## MÉTODOS QUÍMICOS

Existen dos mecanismos principales de eliminación microbiana por agentes químicos: oxidación química y alquilación. En la primera, agentes antimicrobianos como los peróxidos, actúan introduciendo grupos  $-OH^*$  en la estructura molecular de las proteínas, desestabilizando su conformación y alterando la función de las enzimas. En el caso del ácido paracético se sugiere además un mecanismo de ruptura de enlaces  $S-S^{**}$  y  $-SH^{***}$  de las proteínas y enzimas así como la desestabilización de la membrana y pared celular por interrupción del transporte de moléculas a través de las mismas.

El gas plasma de peróxido de hidrógeno, destruye los microorganismos mediante la formación de iones y radicales libres muy reactivos, que actúan no solo frente a proteínas y enzimas, sino frente a los lípidos de las membranas celulares y ácidos nucleicos. <sup>(27)(29)</sup>

La alquilación es un mecanismo de muerte que consiste en la alteración estructural de las proteínas y de los ácidos nucleicos, mediante la sustitución de un hidrógeno por un grupo metilo ( $-CH_3$ ) <sup>\*\*\*\*</sup>, en el caso del formaldehído o grupos etilo ( $-CH_3-CH_2$ ) <sup>\*\*\*\*\*</sup> en el caso de óxido de etileno). Este cambio causa la muerte celular ya que altera la estructura y como consecuencia, la función de las proteínas y ácidos nucleicos. El óxido de etileno y formaldehído, actúan bajo este mecanismo de acción. <sup>(27) (29)</sup>

|       |                                   |                    |
|-------|-----------------------------------|--------------------|
| *     | OH.                               | Grupo hidroxilo.   |
| **    | S-S-                              | Enlace disulfuro.  |
| ***   | SH                                | Grupo sulfhidrilo. |
| ****  | -CH <sub>3</sub>                  | Grupo metilo.      |
| ***** | -CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> | Grupo etilo.       |



Figura 22. Organigrama que muestra los distintos métodos químicos de esterilización.

## ÓXIDO DE ETILENO (OE)

El óxido de etileno (Fórmula química:  $C_2H_4O$ ) es un gas incoloro, inodoro, cuando se encuentra en condiciones normales de temperatura y presión, pero en concentraciones elevadas por encima de 500 ppm (partes por millón) emana un olor similar al éter. Tiene un peso molecular de 44.1, es soluble en agua y en la mayoría de disolventes orgánicos. El óxido de etileno (OE) en estado gaseoso y en el aire es explosivo e inflamable en pequeñas cantidades, incluso desde un 3%, por lo que deben adoptarse precauciones especiales para su uso. <sup>(40)</sup> El óxido de etileno-mezcla dejó de utilizarse en Europa desde que las empresas gasistas decidieron suspender la comercialización y distribución de la mezcla a los hospitales el día 1 de Enero del 2010, por su alta toxicidad y efecto carcinogénico. <sup>(29)</sup>

Este método se utiliza en el medio hospitalario para realizar esterilizaciones a baja temperatura ( $37^{\circ}C - 55^{\circ}$  Centígrados) y se utiliza en dos formas:

- Gas de óxido de etileno 100% puro, proporcionado en cámaras de un determinado tamaño y en ciclos subatmosféricos que garantizan que la concentración del gas que sale al exterior de la cámara, nunca superará un 3% del aire. La concentración del gas

en la cámara, para el proceso de esterilización, es de 800 mg/Lt (miligramos sobre litro) aproximadamente.

- Gas de óxido de etileno mezclado con gases diluyentes que disminuyan estos efectos, como el CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) y el hidroclorofluorocarbono (HCFC-124), el cual forma las siguientes mezclas:
  - Oxyfume 2000 (8.6% OE y 91.4% HCFC-124)
  - Oxyfume 2002 (10% OE, 63% HCFC-124 y 27% HCFC-22) Mezcla más económica y no presenta ningún problema en su uso.

Ambos trabajan en cámaras con presión positiva y a una concentración de 600-650 mg/Lt. <sup>(40)</sup>

Este método permite la esterilización de todo material que soporte temperaturas inferiores a 50 centígrados como: guantes, mascarillas, accesorios de anestesia, catéteres, instrumental de oftalmología, tijeras, navajas de bisturí, aparatos termolábiles y ópticos (endoscopios, broncoscopios), pues penetra con facilidad en materiales de goma y plásticos. <sup>(28)(33)</sup>

Es muy importante que el material que se va a esterilizar este seco, ya que el óxido de etileno en presencia de agua se hidroliza a etilenglicol. Además si se combina con cloruros y preferentemente en medio ácido, se hidroliza a 2-cloroetanol (etilenclorhidrina), sustancia muy tóxica que no se elimina con el proceso de aireación. <sup>(40)(41)</sup>

## PARÁMETROS CRÍTICOS

Al utilizar este método debemos considerar como parámetros críticos:

- Tiempo de exposición.
- Temperatura.
- Humedad relativa.
- Concentración de gas. <sup>(28)(40)</sup>

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ESTERILIZACIÓN CON ÓXIDO DE ETILENO

| ÓXIDO DE ETILENO   |  |
|--|--|
| VENTAJAS   | DESVENTAJAS  |
| Compatible con la mayoría de material, incluso el termo sensible.<br>Permite la esterilización de endoscopios y material con todo tipo de lúmenes. | Proceso de esterilización largo  |
|  | Toxicidad.- El óxido de etileno está clasificado por la Asociación de Higienistas Americanos (ACGIH) en el grupo A1, como sustancia cancerígena en el ser humano y en el caso de la legislación española, también se clasifica como cancerígeno y mutágeno de segunda categoría. Los efectos en el ser humano de exposiciones prolongadas y a altas concentraciones (superiores a 200 ppm), causan irritación ocular y dérmica, síntomas respiratorios, cefaleas, náuseas, vómitos, falta de coordinación y trastornos neurológicos. |
| No deteriora el material con filo.   | Instalaciones especiales.- Salas con buena ventilación, extractores, sistemas de monitoreo   |
| No requiere envoltorios especiales.  |  |

Cuadro 10. Ventajas y desventajas del óxido de etileno como método de esterilización.

(28)(40)(41)

## PROCEDIMIENTO

1.- Acondicionamiento de la carga.- comienza con un vacío para la extracción del aire de la cámara, con el fin de que el agente esterilizante llegue a todas las zonas de la carga, y además para que la distribución de la temperatura sea homogénea.

2.- Exposición al Gas.- Mediante la inyección del gas hasta alcanzar la presión del ciclo. La concentración será mantenida durante el tiempo de esterilización necesario.

| Relación de la humedad relativa, temperatura, tiempo de esterilización y concentración de gas para la esterilización con óxido de etileno |                                 |           |                                   |         |
|---|---------------------------------|-----------|-----------------------------------|---------|
| GAS   | Óxido de etileno<br>(100% puro) |           | Óxido de etileno<br>(Mezcla HCFC) |         |
| Humedad Relativa<br>(%)   | 40%-80%                         | 40%-80%   | 40%-80%                           | 40%-80% |
| Temperatura<br>(° Centígrados)  | 37                              | 55        | 30                                | 55      |
| Tiempo de<br>Esterilización<br>(Horas)  | 2                               | 1         | 4 ½                               | 3 ½     |
| Concentración del Gas<br>(mg/Lt)  | 800                             | 800       | 600-650                           | 600-650 |
| Duración del Ciclo completo<br>(Horas y minutos)*   | 10h-45min                       | 8h-45 min | 12 h                              | 11      |
| *Considerar que el tiempo mínimo de aireación es de 6 horas.  |                                 |           |                                   |         |

Cuadro 11. Parámetros para la esterilización con óxido de etileno. <sup>(40)</sup>

3.- Extracción del gas.- Se produce la desgasificación de la cámara con vacíos sucesivos.

4.- Aireación.- Este paso del procedimiento se realiza en esterilizadores con aireación ya incorporada o en cámaras de aireación específicas. Se refiere a las renovaciones de aire de la cámara para eliminar los productos residuales del material esterilizado, que son tóxicos.

(71)

Está favorecido por la temperatura (misma temperatura de esterilización: 50-60° Centígrados) y lleva una tasa de aireación de 4 volúmenes por minuto. El tiempo de aireación depende de varios factores:

- Concentración del gas, temperatura y tiempo de esterilización.
- Composición, diseño, peso, espesor del material y el tipo de envasado.
- Tamaño de los paquetes y tipo de material (capacidad de absorción de gas).
- Características de las cabinas de aireación.

Debido a existen todos estos factores, es prácticamente imposible la recomendación de tiempos estandarizados de aireación pero, dado que el material de uso hospitalario requiere una rotación adecuada , cada unidad de esterilización tendrá unos tiempos mínimos establecidos en función del tipo de material y del fabricante del esterilizador-aireador. Al finalizar se igualan las presiones para abrir la puerta del esterilizador. <sup>(40)</sup>

## **PERÓXIDO DE HIDRÓGENO**

El peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) para la esterilización físico-química, se utiliza en su fase plasma (estado entre líquido y gas) y se realiza a baja temperatura. <sup>(40)</sup> En algunas ocasiones, se utiliza al 6%, como agente químico para inmersión, aunque no es fácil de encontrar a nivel comercial y es muy corrosivo. <sup>(26)</sup> Se utiliza para material termo sensible, que esté perfectamente seco. <sup>(40)</sup>

## PARÁMETROS CRÍTICOS

- Tiempo.
- Temperatura.
- Humedad.
- Concentración de peróxido de hidrógeno. <sup>(40)</sup>

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

| GEL PLASMA DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO                       |  |
|---|--|
| VENTAJAS  | DESVENTAJAS  |
| Útil en materiales termo sensibles.                       | Capacidad de difusión muy baja   |
| No deja residuos tóxicos. Se convierte en agua y oxígeno. | Se inactiva en presencia de humedad.   |
| El material no precisa aireación.                         | No para material que contenga celulosa, algodón o madera y tiene un uso limitado en instrumental con lúmenes largos (>1 metro) y estrechos (< 3 milímetros), ya que requiere acelerador con peróxido de hidrógeno. |
| Ciclos relativamente cortos.                              | Requiere envases especiales.   |
|   | Costos elevados.   |

Cuadro 12. Ventajas y desventajas del uso de gel plasma de peróxido de hidrógeno. <sup>(40)</sup>

## PROCEDIMIENTO

La esterilización con peróxido de hidrógeno se lleva a cabo en cámaras específicas. <sup>(40)</sup>

Existen dos ciclos para la esterilización con gel plasma de peróxido de hidrógeno, un ciclo corto, con duración de 54 minutos y uno largo, de 72 minutos, ambos con 3 fases, que se explicarán a continuación:

- FASE I
  - Alto vacío. (5 minutos).
  - Pre Plasma de aire (secado del exceso de humedad, pero no de agua) (10 minutos) (5 minutos más, en el ciclo largo que en el corto).
  - Igualación de presiones. (1 minuto).
- FASE II
  - Nuevo alto vacío e inyección de solución acuosa de 1.8 mililitros de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 58%. (6 minutos).
  - Difusión del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y penetración en bolsas y paquetes. (2 minutos) (8 minutos más, en el ciclo largo que en el corto).
  - Nuevo vacío y generación del estado de Plasma gas. (2 minutos)
- FASE III
  - Segunda inyección de solución 1.8 mililitros de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 68%. (6 minutos).
  - Segunda difusión y penetración en bolsas y paquetes. (2 minutos) (8 minutos más, en el ciclo largo que en el corto).
  - Nuevo vacío y segunda generación del estado de plasma gas. (2 minutos)
  - Retorno a la presión atmosférica. <sup>(40)</sup>

| PARÁMETROS CRÍTICOS DE LA ESTERILIZACIÓN CON GEL PLASMA DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO |                                |                                     |   |
|--|--------------------------------|-------------------------------------|---|
| CICLO  | TEMPERATURA<br>(° Centígrados) | PRESIÓN<br>(Millitorr)              | DURACIÓN DEL<br>CICLO COMPLETO<br>(Minutos) |
| Corto  | 50°C                           | Vacío inicial:<br>100-700 mTorr.    | 54  |
|  |                                | Vacío plasma-gas:<br>400-600 mTorr. |   |
| Largo  | 50°C                           | Vacío inicial:<br>100-700 mTorr.    | 72  |
|  |                                | Vacío plasma-gas:<br>400-600 mTorr. |   |

Cuadro 13. Parámetros para la esterilización con plasma de peróxido de hidrógeno. <sup>(40)</sup>

## ÁCIDO PARACÉTICO

El ácido paracético, se utiliza como un sistema de esterilización húmeda (por inmersión) a baja temperatura. Útil para material termo sensible y que sea procesado en su punto de uso (debido a que el material no puede ser empaquetado) y existen contenedores especiales para este método. Es un sistema de utilización inmediata para endoscopios rígidos. <sup>(40)</sup>

## PARÁMETROS CRÍTICOS

- Tiempo.
- Temperatura (50-55 ° Centígrados).
- Concentración constante del agente esterilizante. <sup>(40)</sup>

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ÁCIDO PARACÉTICO

| ÁCIDO PARACÉTICO  |   |
|---|---|
| VENTAJAS  | DESVENTAJAS   |
| No se inactiva en presencia de materia orgánica.  | Permite esterilizar únicamente el material sumergible.          |
| No deja residuos tóxicos.   | Corrosivo   |
| Ciclo rápido (30 minutos) y a baja temperatura.   | Imposibilidad de mantener la condición de estéril en el tiempo. |
| Útil para realizar esterilización inmediata y para aparatos que deban procesarse in situ. | El material no puede empaquetarse.                              |
|   | Costos elevados.  |

Cuadro 14. Ventajas y desventajas del ácido paracético como método de esterilización. <sup>(40)</sup>

## PROCEDIMIENTO

Este procedimiento que se lleva a cabo en cámaras específicas, que es automático y estandarizado.

| CICLO DE ESTERILIZACIÓN CON ÁCIDO PARACÉTICO |  |                      |  |
|--|--|----------------------|--|
| TEMPERATURA<br>(centígrados)                 | MESETA DE<br>ESTERILIZACIÓN<br>(Minutos) | CONCENTRACIÓN<br>(%) | DURACIÓN<br>DEL CICLO<br>COMPLETO<br>(Minutos) |
| 50-55  | 12                                       | 35                   | 30   |

Cuadro 15. Parámetros para la esterilización con ácido paracético. <sup>(40)</sup>

## FORMALDEHÍDO

Este método de esterilización, se considera un proceso físico-químico, a baja temperatura, cuyo agente esterilizante es el formaldehído, en una concentración del 2% con una mezcla de vapor de agua que incrementa la capacidad de penetración. <sup>(40)</sup> Cuando se utiliza solo

cómo un agente químico, es decir, para inmersión, se busca una concentración al 8% y bajo estas condiciones se considera altamente tóxico y actúa mejor llevándose a cabo a pH alcalino y mal en pH ácido o neutro. <sup>(26)</sup> El formaldehído necesita de 6 a 12 horas para eliminar bacterias y de 2 a 4 días para eliminar esporas, aún a altas concentraciones.

Es un sistema que permite esterilizar material termo sensible, material de plástico, equipos eléctricos y endoscopios. Todo material, debe ser resistente al vacío y a la humedad.

### PARÁMETROS CRÍTICOS

- Tiempo de exposición.
- Temperatura.
- Humedad.
- Concentración de formaldehído. <sup>(28) (40)</sup>

### VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ESTERILIZACIÓN CON FORMALDEHÍDO

| FORMALDEHÍDO  |  |
|---|--|
| VENTAJAS  | DESVENTAJAS  |
| Activo en presencia de materia orgánica.  | Probable efecto carcinógeno.   |
| No requiere envoltorios especiales  | Moderadamente tóxico en contacto con la piel y por inhalación, dermatitis, irritación de ojos y tracto respiratorio. |
| Permite la esterilización de endoscopios y materiales con todo tipo de lúmenes. |  |
| Compatible con la mayoría de los polímeros.                                     | Ciclos largos.   |
| El material no necesita aireación.  | Poca experiencia documentada.  |
| Útil para material termosensible.   |  |

Cuadro 16. Ventajas y desventajas del formaldehído como método de esterilización. <sup>(40)(42)</sup>

## **PROCEDIMIENTO**

La esterilización se lleva a cabo en cámaras metálicas de aluminio y acero inoxidable. No precisa ubicación aislada. El proceso de esterilización se desarrolla conforme al método de vacío fraccionado, que no precisa aireación post-ciclo de los materiales, es decir, es suficiente la aireación realizada durante el ciclo. El ciclo de esterilización consta de las siguientes fases:

- Fase de vacío.- se obtiene el vacío en el interior de la cámara mediante una bomba.
- Fases alternativas de vacío seguidas de pulsos de vapor con formaldehído.- de esta forma se facilita la extracción del aire del interior de los materiales y la penetración del vapor con formaldehído.
- Fase de esterilización.- Manteniendo la presión de la mezcla de vapor y formol a un nivel constante un tiempo determinado, dependiendo de la temperatura del programa.
- Fase de vaporización.- Aquí se realiza un número concreto de pulsos con vapor de agua para la extracción del formaldehído de la cámara.
- Fase final de secado y aireación de la cámara.- Donde se realizan barridos durante los cuales se efectúan vacíos de la cámara, seguidos de entrada de aire estéril, lo que garantiza que no queden residuos de formaldehído o condensaciones de agua.

| PARÁMETROS DE LA ESTERILIZACIÓN CON FORMALDEHÍDO |  |                      |  |
|--|--|----------------------|--|
| TEMPERATURA<br>(° Centígrados)                   | MESETA DE<br>ESTERILIZACIÓN<br>(Minutos) | PRESIÓN<br>(milibar) | DURACIÓN<br>DEL CICLO<br>COMPLETO<br>(horas) |
| 60°C   | 60                                       | 200                  | 3  |
| 50°C   | 120                                      | 123                  | 5  |
| 78°C   | 15                                       | 440                  | 2 ½  |

Cuadro 17. Parámetros para la esterilización con formaldehído. <sup>(40)</sup>

## GLUTARALDEHÍDO 2%

Método de esterilización con glutaraldehído al 2%, cuyo estado líquido, permite la inmersión de los materiales que van a esterilizarse. <sup>(28)</sup> El glutaraldehído al 2% permite la destrucción de bacterias vegetativas, virus y esporas, al ser diluido con agua destilada. Es importante considerar la fecha de preparación y de vencimiento del producto, así como el pH pues actúa mejor teniendo un pH alcalino. <sup>(33)(42)</sup> El material debe estar completamente libre de materia orgánica y seco, pues la humedad provoca la dilución del químico. <sup>(33)</sup>

## PARÁMETROS CRÍTICOS

- Tiempo.
- Temperatura.
- Concentración constante del agente esterilizante. <sup>(33)</sup>

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL GLUTARALDEHÍDO 2%

| GLUTARALDEHÍDO 2% |  |
|-------------------|--|
| VENTAJAS          | DESVENTAJAS  |
| Método económico. | Se necesita utilizar protección adecuada para su manipulación.   |
|                   | Se debe realizar en áreas bien ventiladas, para cuidar que el personal no se exponga a los vapores producidos por el agente químico. |
|                   | El químico tiene una fecha de vencimiento.   |
| Práctico          | Activo ante la presencia de materia orgánica.  |
|                   | Inactiva rápidamente microorganismos excepto las esporas.  |

Cuadro 18. Ventajas y desventajas del glutaraldehído como método de esterilización. <sup>(30)</sup>

## PROCEDIMIENTO

Realizar la dilución sugerida por el fabricante.

1. Sumergir por completo el material a esterilizar, si estos contienen canales o tubos, debe existir un contacto completo con toda la superficie.
2. Esperar el tiempo necesario de exposición. En el caso del glutaraldehído el tiempo de esterilización es de 10 horas (nunca inferior a 20 minutos).
3. Una vez cumplido el tiempo de exposición, se deben sacar los artículos manipulándolos con una correcta técnica aséptica.
4. Enjuagar cada artículo con agua destilada o estéril cuidando evitar la recontaminación.
5. En caso de que los artículos no se utilicen de forma inmediata, será necesario secarlos con aire comprimido. <sup>(33)</sup>

## **DESINFECCIÓN**

### **DEFINICIÓN**

La desinfección es un procedimiento que implica la reducción de un número considerable de microorganismos patógenos, minimizando el riesgo de enfermedades infecciosas. <sup>(10)(12)</sup>

Existen dos tipos de desinfección: la preventiva (aplicada en materiales y agua) y la represiva, que es el control de un microorganismo ante la presencia de un brote. <sup>(12)</sup>

Este proceso implica la destrucción de los microorganismos en estado vegetativo, pero no en estado esporulado, mediante el empleo de elementos químicos, conocidos como “desinfectantes”, sobre superficies o materiales inertes o inanimados. <sup>(10)(12)</sup>

### **PROCEDIMIENTO**

Los espacios en instalaciones quirúrgicas, se dividen en tres grandes zonas, de acuerdo al grado de contaminación que se encuentre en ellos:

- Zona negra.-Se considera un área contaminada y abarca baños, pasillos exteriores, instalaciones para el lavado de ropa quirúrgica y en especial, la sala para la preparación del paciente (antisepsia).
- Zona gris.- Abarca sitios con un grado medio de contaminación. Por ejemplo, zona para cambio de ropa de cirujanos y ayudantes, lavamanos para cirujanos, pasillo de circulación para el personal.
- Zona Blanca.- Es el sitio con un grado mínimo de contaminación, dentro del que se considera el quirófano. Para moverse de la zona gris, a la zona blanca, se

recomienda pasar a través de vestidores, para poderse colocar la vestimenta necesaria. <sup>(6) (7)</sup>

Antes de realizar la desinfección, de estas zonas, debe hacerse la limpieza de todas las áreas por lo menos, una vez al día, todos los días. Es importante, que para facilitar la limpieza de las instalaciones, el quirófano tenga ciertas características, por ejemplo: paredes o pisos lisos, no porosos, esquinas redondeadas, tener el menor mobiliario posible, fabricar el mobiliario de quirófano con materiales especiales duraderos (acero inoxidable).

<sup>(6) (20) (22)</sup>

Se deben limpiar: pisos, estantes, techos, vidrios y paredes. La limpieza se hará siempre desde las áreas más limpias, a las áreas sucias, a fin de evitar la transferencia de contaminantes y de preferencia, utilizando distintos utensilios de limpieza (trapos, franelas, esponjas) entre un área y otra.

La limpieza se realiza de forma exhaustiva, dando mayor énfasis a pisos y superficies donde la carga de suciedad y de microorganismos está más concentrada. Nunca debe efectuarse el barrido en seco con escoba, ya que los microorganismos pasan del suelo al aire, donde quedarán suspendidos por varios minutos, hasta depositarse nuevamente en las superficies horizontales del área. Las paredes deben estar libres de manchas y serán limpiadas completamente cuando presenten suciedad u hongos. Los trapos no deben sacudirse si tienen polvo y nunca deben utilizarse secos. Los sistemas de aire acondicionado, deben recibir limpieza quincenal, con un paño humedecido en una solución desinfectante, sobre todo los de extracción, que suelen acumular gran cantidad de polvo a

causa del manejo de tejidos. Estas rejillas deberán desmontarse cada 6 meses, para una limpieza exhaustiva.

Entre las etapas de la limpieza, se considera el lavado, enjuagado y secado de todas las superficies. Posterior a esto, se realiza la desinfección, el enjuague del desinfectante y se espera un tiempo para que se lleve a cabo el secado del mismo. <sup>(26)</sup>

Entre las recomendaciones, para realizar un proceso de desinfección, encontramos los siguientes puntos:

- Tener programas de control de desinfección con procedimientos escritos de forma detallada.
- Monitoreo estricto de parámetros y procedimientos.
- Llevar controles químicos (control de concentración con tiras químicas) y físicos (temperatura y tiempo de exposición) efectuados en la solución desinfectantes.
- Control de la fecha de validez de la solución.
- Verificar la compatibilidad física y funcional del material con el producto desinfectante de acuerdo a indicaciones de los fabricantes.
- Respetar las condiciones de ventilación requeridas.
- Desinfectar utilizando las técnicas recomendadas por el fabricante, evitar las presentaciones en aerosol. <sup>(26) (34)</sup>

## **DESINFECTANTES**

Los desinfectantes, son tóxicos protoplasmáticos susceptibles de destruir la materia viviente, y por lo tanto no deben ser utilizados sobre tejidos vivos, se utilizan ampliamente en hospitales y otros centros de cuidado de la salud donde ayudan a la prevención de las infecciones nosocomiales.

El mecanismo de acción de los desinfectantes tiene una secuencia común de eventos: primero, el desinfectante entra en contacto con la superficie de la membrana celular del microorganismo, posteriormente, penetra la célula y en ese momento ejerce su acción sobre un blanco específico, alterando las funciones normales del microorganismo. El sitio más importante de absorción es la membrana citoplasmática y la cantidad absorbida aumenta con el incremento de la concentración del químico.

Existen tres mecanismos básicos de acción:

- Capacidad de coagular y precipitar proteínas.
- Alterar las características de permeabilidad celular.
- Toxicidad o envenenamiento de los sistemas enzimáticos de las bacterias. <sup>(42)</sup>

Un desinfectante ideal debería tener las siguientes características: ser un germicida de amplio espectro, de bajo costo, no corrosivo, de baja toxicidad, accesible, que no genere resistencia, estable y soluble en agua, sin un olor desagradable.

La viabilidad de los organismos expuestos a un agente, varía en función de los siguientes factores:

- Concentración del agente y tiempo de acción. Existe una estrecha correlación entre la concentración del agente (CM) y el tiempo necesario para eliminar una

determinada fracción de la población bacteriana. Si se modifica la concentración, se provocan cambios en el tiempo para lograr un mismo efecto. Es importante recordar que no todas las bacterias mueren simultáneamente, ni siquiera cuando se aplica un exceso del agente. La concentración tiene una estrecha relación con la potencia de acción de cada uno de los agentes. Se considera, que la concentración mínima efectiva (CME), es la concentración mínima que debe utilizarse, para que el químico realice su efecto desinfectante.

El tiempo de contacto, debe ser el recomendado por el fabricante, la mayoría de los productos que atacan al VIH, VHB y *M. tuberculosis*, estipulan un tiempo de acción aproximado de 10 minutos. Existen múltiples trabajos que demuestran que tiempos de contacto de 30 a 60 segundos producen una reducción significativa de microorganismos.

- pH. El pH afecta la carga superficial neta de la bacteria y el grado de ionización del agente. En general, las formas ionizadas de los agentes disociables pasan mejor a través de las membranas biológicas y por lo tanto son más efectivos. Los agentes aniónicos suelen ser más efectivos a pH ácidos, mientras que los catiónicos muestran más eficacia a pH alcalino.
- Temperatura. El aumento de la temperatura aumenta la potencia de los desinfectantes. Para muchos agentes, el aumento en 10°C, supone duplicar la tasa de muerte.
- Naturaleza del microorganismo y otros factores asociados a la población microbiana, cómo el número (biocarga), especie, fase de cultivo y presencia o

ausencia de cápsula o esporas (su presencia confiere más resistencia), afectarán la potencia de un desinfectante.

- Materia orgánica. La presencia de materia orgánica como suero, sangre, pus o materia fecal, afecta negativamente la potencia de aquellos agentes oxidantes y de tipo desnaturizante de proteínas, hasta el punto de hacerlos inactivos en cuanto a su poder desinfectante.
- Presencia de materiales extracelulares o biofilmes, que son masas gruesas de células y materiales extracelulares que generan muchos microorganismos, como una barrera para los desinfectantes. <sup>(26) (27) (42)</sup>

## **CLASIFICACIÓN**

Existen niveles de desinfección, basados en el efecto microbicida (potencia y efectividad) de los desinfectantes, los cuales, podemos clasificar en:

### **DESINFECTANTES DE ALTO NIVEL**

Desinfección de alto nivel (DAN).- Es realizada con agentes químicos líquidos que eliminan a todos los microorganismos, excepto algunas esporas bacterianas. Como ejemplos tenemos el uso de agentes como: orthophthaldehído (ORTHO-PHALD), glutaraldehído ( $C_5H_8O_2$ ), ácido paracético ( $CH_3CO_3H$ ), peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) y formaldehído ( $H_2C=O$ ).

| DESINFECTANTES DE ALTO NIVEL ( DAN) |                         |   |  |  |                          |
|-------------------------------------|-------------------------|---|--|--|--------------------------|
| QUÍMICO                             | H <sub>2</sub> C=O<br>* | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub><br>**                 | CH <sub>3</sub> CO <sub>3</sub> H<br>*** | C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub><br>**** | ORTHO-<br>PHALD<br>***** |
| MECANISMO DE ACCIÓN                 | Alquilación             | Oxidación   | Oxidación                                | Alquilación  | Alquilación              |
| CME (%)                             | 8                       | 6   | No existe información                    | 1.5 o mayor  | 0.3                      |
| TEMPERATURA (°C)                    | No existe información   | 20  | 20                                       | 20-25  | 20                       |
| TIEMPO DE EXPOSICIÓN (Minutos)      | 60                      | 30  | 15                                       | 20-90  | 12                       |
| VIDA DE ANAQUEL (Años)              | No existe información   | 2   | 2  | 2  | 2                        |
| COMPATIBILIDAD CON MATERIALES       | No existe información   | Incompatible con: Zinc, cobre, níquel, plata, latón | No existe información                    | Excelente  | Excelente                |

Cuadro 19. Principales características de los desinfectantes de alto nivel (DAN). <sup>(26)(34)</sup>

- \* Formaldehído.
- \*\* Peróxido de hidrógeno.
- \*\*\* Ácido paracético.
- \*\*\*\* Glutaraldehído.
- \*\*\*\*\* Orthophthaldehído.

| DESINFECTANTES DE ALTO NIVEL ( DAN) |  |   |  |   |   |
|-------------------------------------|--|---|--|---|---|
|                                     | H <sub>2</sub> C=O<br>*  | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub><br>**   | CH <sub>3</sub> CO <sub>3</sub> H<br>***   | C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub><br>****  | ORTHO-PHALD<br>*****  |
| VENTAJAS                            | -No necesita activación, ni un desecho especial.                     | -No necesita activación, ni un desecho especial.<br>-No coagula la sangre, ni fija tejidos a las superficies. | -No necesita activación, ni un desecho especial.   | -Bajo costo.<br>- No tiene acción corrosiva.  | -No necesita activación, ni un desecho especial.<br>-No coagula la sangre, ni fija tejidos a las superficies.   |
| DESVENTAJAS                         | -Olor irritante.<br>-Su exposición causa daños a nivel respiratorio. | - Se inactiva ante la presencia de materia orgánica.<br>- Provoca irritación ocular severa.                   | - Se inactiva ante la presencia de materia orgánica.<br>-Daño ocular.<br>-Existe escasa información de su uso. | - Se inactiva ante la presencia de materia orgánica.<br>-Necesita activación. (pH alcalino 7.5-8.5)<br>-Coagula la sangre y fija los tejidos a las superficies.<br>-Daños a nivel respiratorio.<br>-Olor irritante. | - Se inactiva ante la presencia de materia orgánica.<br>- Provoca irritación ocular severa y mancha la piel.<br>-Mancha superficies y vestimenta.<br>-Mayor costo que el glutaraldehído |

Cuadro 20. Ventajas y desventajas, de los desinfectantes de alto nivel (DAN). (26) (34) (42)

- \* Formaldehído.
- \*\* Peróxido de hidrógeno.
- \*\*\* Ácido paracético.
- \*\*\*\* Glutaraldehído.
- \*\*\*\*\* Orthophthaldehído.

## DESINFECTANTES DE NIVEL INTERMEDIO

Desinfección de nivel intermedio (DNI).- Se realiza utilizando agentes químicos que eliminan bacterias vegetativas (incluyendo a *Mycobacterium tuberculosis*), virus con o sin envoltura, levaduras y hongos filamentosos y solamente algunas esporas bacterianas. Aquí se incluyen el grupo de derivados fenólicos, compuestos de cloro, compuestos de yodo y alcoholes.

| DESINFECTANTES DE NIVEL INTERMEDIO ( DNI) |  |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
| GRUPO QUÍMICO                             | DERIVADOS FENÓLICOS  | COMPUESTOS DE CLORO   | COMPUESTOS YODADOS  | ALCOHOLES  |
| NOMBRE QUÍMICO Y COMÚN                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ortho-fenil- fenol</li> <li>▪ Ortho-benzil-para-clorofenol</li> </ul> Nombre común: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cresol</li> <li>▪ Fenol</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hipocloritos. Hipoclorito de sodio (Líquido) y cálcico (Sólido).</li> <li>▪ Compuestos clorados. Retienen el cloro por mayor tiempo. Cloramina T, Dióxido de cloro.</li> </ul> | Yodóforos<br>Povidona yodada<br>Combinación de yodo y un agente solvente, que producen una mezcla que libera el compuesto activo. | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alcohol etílico o etanol</li> <li>▪ Alcohol isopropílico.</li> </ul> Mayor eficacia entre mayor sea el contenido de agua de la solución |
| CM (%)                                    | 0.4 - 5  | 0.1   | 1   | 70-96 / 70-100   |
| TEXP. *                                   | 10   | 10  | 20  | 20   |
| MECANIS-MO DE ACCIÓN                      | Rompen la pared celular, precipitan proteínas plasmáticas. Inactivación enzimática (oxidasas y deshidrogenasas).   | Oxidación<br>Inactivación enzimática.<br>Desnaturalización de proteínas.<br>Inactivación de ácidos nucleicos.<br>Pérdida del contenido intracelular, disminución en la nutrición, y el consumo de oxígeno.              | Oxidación<br>Rompen la pared celular, penetran a la célula y alteran la estructura y síntesis de proteínas y ácidos nucleicos.    | Bactericida.<br>Desnaturaliza proteínas y destruye la membrana celular.<br>Bacteriostático<br>Inhiben la producción de metabolitos esenciales para la división celular.          |
| ESPECTRO DE ACCIÓN                        | BACTERICIDA <sup>A</sup>   |   |   |  |
|   | +  | +   | +   | +  |
|   | MICOBACTERICIDA <sup>B</sup>   |   |   |  |
|   | -  | Variable.   | Variable.   | +  |
|   | FUNGICIDA <sup>C</sup>   |   |   |  |
|   | +  | +   | +   | +  |
|   | VIRUCIDA <sup>D</sup>  |   |   |  |
| Mínima.                                   | +  | +   | +   |  |

Cuadro 21. Principales características de los desinfectantes de nivel intermedio (DNI). (26) (34) (42)

\*Tiempo de Exposición. (Minutos) A .Efecto bactericida.- Bacterias gram +: *Staphylococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, por ejemplo: *S. aureus* y *S. pyogenes*. Bacterias gram - : *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Bordetella bronchiseptica*, *Pseudomonas aeruginosa*. B. Efecto micobactericida.- *Mycobacterium tuberculosis*. C. Efecto fungicida.- *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Blastomyces dermatitidis*, *Coccidioides immitis*, *Histoplasma capsulatum*. D. Efecto virucida.- Fenólicos: Poca acción sobre echovirus, poliovirus, coxsackievirus, buena efectividad contra rotavirus. Clorados: efectivo contra poliovirus y el virus de la inmunodeficiencia humana. Yodados: variable contra poliovirus y rotavirus. Alcoholes: Etilico efectivo sobre virus lipofílicos: herpes, vaccinia, influenza; virus hidrofílicos: adenovirus, enterovirus, rinovirus y rotavirus. No efectivo contra virus de la hepatitis A y poliovirus. Isopropílico.- no efectivo contra enterovirus hidrofílicos, como el virus de panleucopenia y el parvovirus canino, pero sí sobre los lipofílicos.

| DESINFECTANTES DE NIVEL INTERMEDIO ( DNI) |  |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
| GRUPO QUÍMICO                             | DERIVADOS FENÓLICOS  | COMPUESTOS DE CLORO   | COMPUESTOS YODADOS  | ALCOHOLES  |
| USOS                                      | Contraindicado en la limpieza de incubadoras y áreas de neonatos. Se emplea en: la industria, superficies lisas, ropa blanca, instrumentos y sanitarios.   | Pisos, repisas, tanques de hidroterapia y máquinas de hemodiálisis.   | Botellas de hemocultivo, tanques de hidroterapia, termómetros y endoscopios.  | Solventes de otros productos. Desinfección de termómetros, estetoscopios, endoscopios, tijeras para vendajes y superficies externas.   |
| VENTAJAS                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El cresol y el fenol conservan su acción desinfectante en presencia de materia orgánica.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fácil manejo.</li> <li>▪ Baja toxicidad.</li> <li>▪ Bajo costo</li> <li>▪ No se afectan por la dureza del agua.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solubles en agua, poco soluble en alcohol.</li> <li>▪ No manchan las superficies.</li> <li>▪ Toxicidad reducida</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Su acción es rápida, a partir de los 30 segundos de contacto, aunque su efecto no es persistente.</li> </ul>  |
| DESVENTAJAS                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mala solubilidad en agua.</li> <li>▪ Se emplean en presentaciones que incluyen agentes emulsificadores que aumentan su efectividad.</li> <li>▪ Se absorben por materiales porosos, como el plástico.</li> <li>▪ Los residuos irritan mucosas y tejidos.</li> <li>▪ Limitaciones en su desecho.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se inactivan en presencia de materia orgánica.</li> <li>▪ Disminuye eficiencia con aumento de pH.</li> <li>▪ Corrosivos.</li> <li>▪ Irrita las mucosas.</li> <li>▪ Se polimeriza por los rayos de sol, (necesita envases opacos)</li> <li>▪ Nunca destapar los frascos (evitar la evaporación).</li> <li>▪ Decolorante.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se inactivan en presencia de materia orgánica.</li> <li>▪ Necesitan tiempos de acción prolongados.</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se inactivan en presencia de materia orgánica.</li> <li>▪ Flamables.</li> <li>▪ Almacenamiento en lugares frescos y ventilados.</li> <li>▪ Se evaporan rápidamente, es difícil tener tiempos de exposición prolongados, a menos que se apliquen por inmersión.</li> </ul> |

Cuadro 22. Usos, ventajas y desventajas de los desinfectantes de nivel intermedio (DNI).

## **DESINFECTANTES DE BAJO NIVEL**

Desinfección de bajo nivel (DBN).- Es realizado por agentes químicos que eliminan la mayor parte de las bacterias en su estado vegetativo, hongos y algunos virus con envoltura lipídica en un periodo de tiempo corto (menos de 10 minutos). Estos desinfectantes no eliminan esporas bacterianas ni a *Mycobacterium spp.* Como por ejemplo: el grupo de cuaternarios de amonio y las biguanidas. <sup>(26)(42)</sup>

| DESINFECTANTES DE BAJO NIVEL ( DBN) |  |  |
|-------------------------------------|--|--|
| GRUPO QUÍMICO                       | CUATERNARIOS DE AMONIO   | BIGUANIDAS   |
| NOMBRE QUÍMICO                      | -Cloruro de alquil- dimetil-benzil-amonio<br>-Cloruro de alquil-didecildimetil-amonio<br>-Cloruro de alquil-dimetil-amonio<br>Nombre común: Cloruro de Benzalconio   | Clorhexidina<br><br>Alexidina  |
| CM (%)                              | 0.4 – 1.6  | 0.05   |
| USOS                                | Desinfección de superficies y mobiliario, que tengan contacto directo con la piel.   | Casi nulo como desinfectante.  |
| MECANISMO DE ACCIÓN                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deteriora la permeabilidad bacteriana, desnaturalizando proteínas y uniéndose a los fosfolípidos de la membrana.</li> <li>▪ Inactivación enzimática.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bajas concentraciones, aumentan la permeabilidad de la membrana, por la interacción electrostática con los fosfolípidos ácidos y a la inhibición de enzimas del espacio periplásmico.</li> <li>▪ Altas concentraciones, precipitan proteínas y ácidos nucleicos.</li> </ul> |
| ESPECTRO DE ACCIÓN                  | BACTERICIDA <sup>A</sup>   |  |
|                                     | Algunas bacterias Gram (-) sobreviven o crecen en este medio.  |  |
|                                     | FUNGICIDA <sup>B</sup>   |  |
|                                     | +  | +  |
|                                     | VIRUCIDA <sup>C</sup>  |  |
|                                     | Solo contra los virus lipofílicos  |  |
|                                     | MICOBACTERICIDA <sup>D</sup>   |  |
| VENTAJAS                            | Baja toxicidad.  |  |
| DESVENTAJAS                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El agua dura afecta la acción microbicida Solo los de cuarta generación permanecen activos en agua dura.</li> <li>▪ Se inactivan ante la presencia de materia orgánica y compuestos aniónicos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incompatibilidad con agentes aniónicos.</li> <li>▪ Actividad residual, incluso después del secado.</li> </ul>   |

Cuadro 23. Principales características de los desinfectantes de bajo nivel (DBN). <sup>(26)</sup> <sup>(34)</sup> <sup>(42)</sup>

<sup>(43)</sup> A. Efecto bactericida.- Bacterias gram +: *Staphylococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, por ejemplo: *S. aureus* y *S. pyogenes*. Bacterias gram - : *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Bordetella bronchiseptica*, *Pseudomonas aeruginosa*. B. Efecto fungicida.- *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Blastomyces dermatitidis*, *Coccidioides immitis*, *Histoplasma capsulatum*. C. Efecto virucida.- Virus lipofílicos: herpes, vaccinia, influenza. D. Efecto micobactericida.- *Mycobacterium tuberculosis*.

## **ANTISEPSIA**

### **DEFINICIÓN**

Entre las conductas y prácticas comprendidas en una técnica aséptica, se encuentra la antisepsia, término, que hace referencia, a la descontaminación de tejidos vivos (superficies animadas), como la piel, en particular en el sitio donde se realizarán las heridas quirúrgicas. <sup>(12)</sup> La antisepsia implica, suprimir o eliminar microorganismos de la piel del paciente (flora normal) y del personal quirúrgico, dos de las tres principales fuentes de contaminación durante una cirugía, siendo la tercera, el medio ambiente existente en el quirófano. Estas prácticas evitan, que los microorganismos contaminantes provenientes de estas fuentes, colonicen la herida y produzcan infección. <sup>(45)</sup>

### **ANTISEPSIA EN EL PERSONAL QUIRÚRGICO**

El equipo quirúrgico contamina al paciente de forma directa (contacto del equipo quirúrgico) e indirecta (incrementando los microorganismos del aire en el ambiente de quirófano).

Para evitar ambos tipos de contaminación, se deben seguir protocolos de vestimenta, lavado quirúrgico, además de seguir, una serie de reglas y conductas dentro del quirófano, para conservar una técnica aséptica. <sup>(45)</sup>

## **VESTIMENTA**

El uso de vestimenta adecuada, incluye:

- Pijama quirúrgica.

La pijama quirúrgica, además de tener la función de reducir la contaminación bacteriana, ayuda a diferenciar a los miembros del equipo quirúrgico con el personal técnico presente en el área.

Esta vestimenta debe estar limpia, colocarse al principio del procedimiento y cambiarse en caso de que llegue a ensuciarse en el transcurso del mismo. Si algún miembro del equipo necesita salir del quirófano, debe colocarse ropa de calle, o en último de los casos, se permite, el uso de una bata blanca limpia, que se mantenga cerrada. Esta bata blanca, debe ser utilizada por el personal que tenga contacto directo con el paciente, en particular, el personal encargado de su anestesia y preparación.

La parte superior debe introducirse en el pantalón y deben ajustarse los cordones del mismo. La pijama quirúrgica debe esterilizarse periódicamente para eliminar cualquier bacteria remanente en la tela.

El material de fabricación es comúnmente una mezcla de poliéster-algodón cuyo tejido ajustado, forma una barrera contra microorganismos, además, es un material duradero, fácil de lavar y que permite estar cómodo durante el tiempo que dure el procedimiento. <sup>(45)</sup> Se recomiendan en colores azul o verde claro para evitar el cansancio de la vista. <sup>(6)</sup>

La función de barrera, se ve significativamente reducida, en caso de que la tela se moje, o tenga perforaciones. <sup>(45)</sup>

- Calzado.- Existen estudios que comprueban que no existe diferencia en el nivel de bacterias presentes en el piso, si el personal utiliza un zapato estándar o un zapato especial diseñado para quirófano. Lo que es importante es que el calzado tenga suela antideslizante, que se utilice exclusivamente dentro del quirófano y que se cubra con botas quirúrgicas desechables para mantener el protocolo aséptico.
- Gorro.- Los gorros protegen al personal de partículas contaminantes provenientes del paciente y a su vez, protegen al paciente de aquellas provenientes del pelo del personal quirúrgico. Se utiliza un gorro por paciente, primero se debe sujetar el cabello, que no debe estar mojado, y cubrirlo totalmente con el gorro, incluyendo de preferencia las orejas. De preferencia deben ser de material desechable y en caso de ser de tela, deben manejarse con las mismas reglas de limpieza que la pijama quirúrgica. Las escafandras, están recomendadas para el personal con pelo en la cara (barba, bigote, etc.).
- Cubre boca.- Debe utilizarse por todo el personal quirúrgico, ya que evita infecciones causadas por microorganismos provenientes de aerosoles que se contagian al toser, estornudar o hablar. Se debe evitar mantenerlo colgado en el cuello, se debe cambiar entre paciente y paciente, e inmediato si se encuentra húmedo.  
Debe ser realizado con material desechable, con una alta eficiencia de filtración, considerándose como mínima aceptable 95%. Deberán ser lo suficientemente amplios, para cubrir nariz y boca. Por ningún motivo debe ser de tela, ya que este material no es de alta filtración. <sup>(30)(45)</sup>



Figura 23. Uso de pijama quirúrgica, gorro y cubre boca.

La bata quirúrgica estéril y los guantes quirúrgicos desechables, solo se utilizarán, en los miembros del equipo que tengan contacto con los tejidos del paciente (cirujano y primer ayudante) o con el instrumental o material estéril (instrumentista) y que previamente hayan realizado el lavado quirúrgico de manos, así como la aplicación de algún antiséptico. Sus características se describen a continuación.

- Bata quirúrgica estéril.- Hay desechables o de tela reutilizable. Las batas reutilizables son de algodón o de algodón-poliéster. Algunos textiles de alta calidad tienen 270 hilos/pulgada<sup>2</sup>, aunque las más comunes, cuya barrera protectora es más débil, tiene 140 hilos/pulgada<sup>2</sup>. Son adecuadas para el uso diario, siempre y cuando se monitoreen de forma continua, ya que los daños causados por el lavado continuo, adelgazan la tela, abriendo los poros, disminuyendo la barrera contra microorganismos, la cual también se verá afectada en caso de que la tela se humedezca. Ese último problema se ha resuelto añadiendo químicos que le brindan la capacidad de ser resistentes al agua. Las batas desechables fabricadas de

celulosa o fibras sintéticas desechables, están elaboradas de forma especial, para ser lo suficientemente unidas incrementando así, la barrera contra los microorganismos, incluso en presencia de humedad. Este material puede reforzarse en el frente de la bata y en la manga a la altura del antebrazo. Estas tienen como ventaja, que se venden pre esterilizadas, pre empaquetadas e incluso con toallas para el secado de las manos después del lavado quirúrgico.

La bata debe cubrir hasta las rodillas, ser de manga larga con elástico en los puños, con cintas para amarrarse por la espalda. Se coloca después de haber realizado el lavado quirúrgico de manos.<sup>(45)</sup>



Figura 24. Bata y guantes quirúrgicos estériles desechables.

Para mantener una técnica aséptica, es necesario, seguir la siguiente técnica para colocarse la bata quirúrgica:

- 1.- Abrir el paquete con batas en una superficie que se encuentre lejos de la mesa de quirófano.
- 2.- Una vez que se hayan secado las manos, después del lavado quirúrgico, se tomará la bata del cuello, dejando caer el resto de la bata.
- 3.- Tocando solo la parte interna de la bata, se introducen los brazos en las mangas, manteniendo las manos cubiertas dentro de las mangas de la bata quirúrgica.
- 4.- Un asistente, acomoda la bata, a la altura de los hombros, tocándola solo de la parte interna y anuda los cordones superiores. Con las manos (aún cubiertas por las mangas), se exponen los cordones de la cintura hacia la parte lateral para que el asistente, tome la punta, lo más lejos posible y la anude.

(98)



Figura 25. Técnica de colocación bata quirúrgica estéril.

- Guantes estériles desechables.- Los guantes son barreras de protección específicas para las manos, cuyo material de fabricación, el látex, permite que se ajusten a las manos del personal que los usará dando comodidad y facilitando la detección de perforaciones. Normalmente, llevan agentes lubricantes, en forma de polvo, por ejemplo el talco, almidón de maíz o hidrogel.

La fabricación de los guantes, tiene altos estándares de calidad, aunque deben revisarse antes de colocarse, pues existe la posibilidad que el 1.5% tenga perforaciones antes de utilizarse. Debido a que la probabilidad de ser perforados es de un 13% y de que tengan defectos de fabricación es de un 23%, el uso de guantes no sustituye a un riguroso lavado quirúrgico. Existe un 84% de probabilidad, de que ocurran perforaciones en procedimientos cuya duración sobrepasa los 60 minutos, motivo por el cual, se recomienda el cambio de guantes después de que transcurra este lapso de tiempo. <sup>(7)(45)</sup>

El doble enguantado, disminuye el riesgo de perforación, sin embargo, también disminuye la sensibilidad del cirujano, comprometiendo la técnica quirúrgica, esto solo se recomienda, para llevar a cabo la colocación de los campos quirúrgicos, retirándolos antes de comenzar la cirugía. <sup>(45)</sup>

Los guantes son de preferencia desechables y no deben someterse a lavado, desinfección o esterilizado, ya que al intentar estas actividades se debilita el material, perdiendo su capacidad protectora.

Debido a que los guantes tienen contacto directo con el instrumental estéril y los tejidos del paciente, no deberán tener contacto con otros objetos o áreas, incluyendo la ropa del personal quirúrgico (gorro, cubre bocas, bata o pijama quirúrgica), en caso de que se contaminen o sufran algún desgarro o perforación, deben cambiarse. <sup>(30)(45)</sup>

Existen tres técnicas de enguantado, que serán descritas a continuación:

A. Técnica de enguantado cerrada

La técnica de enguantado cerrada, asegura que las manos, una vez lavadas, permanezcan dentro de las mangas de la bata quirúrgica, hasta que sean cubiertas por los guantes estériles.

Al realizar esta técnica, se debe mantener sumo cuidado de que las manos no toquen la parte externa de las batas y los guantes, por eso se considera segura para mantener la asepsia y es utilizada previa a la cirugía.

Los pasos para llevarla a cabo son los siguientes:

- 1.- La superficie interna doblada del guante izquierdo, se toma con la mano izquierda a través de la bata.
- 2.- La mano derecha, envuelta en la bata, se utiliza para acomodar el guante en la mano izquierda.
- 3.- Se deja que los dedos de la mano izquierda se deslicen por la bata, acomodándose al interior del guante.
- 4.- Se repite el mismo proceso para el guante y la mano derecha.

(101)



1



2



3



4

Figura 26. Técnica de enguato cerrado.

## B. Técnica de enguantado abierta

Esta técnica se recomienda para cuando las manos no están cubiertas por la bata quirúrgica, por lo tanto solo tocan la cara interna del guante. Esto sucede al realizar procedimientos menores donde no sea necesario utilizar una bata quirúrgica estéril. Los pasos para llevarla a cabo son los siguientes:

- 1.- Tocando solo la cara interna del guante, se introducen los dedos índices, medio, anular y meñique de una mano, dejando al pulgar tensionando el guante.
- 2.- Se recoge el guante opuesto, de tal forma, que solo tengan contacto las caras externas de los guantes y se coloca insertando todos los dedos de forma adecuada.
- 3.- El guante colocado, tocará la superficie externa del guante que se colocó primero, para insertar el dedo pulgar que había quedado tensionado.
- 4.-Se ajustan ambos guantes a la altura de la muñeca.

(103)



1



2

3



4

Figura 27. Técnica de enguatoado abierta.

### C. Técnica de enguantado asistida

Esta técnica, necesita que forzosamente exista un miembro del personal que se haya lavado, vestido y enguantado, para que abra el guante, tendiendo contacto las caras externas de sus guantes, con las caras externas del que extenderá, para que el personal próximo a enguantarse meta la mano.

Esta técnica no necesita que la mano esté forzosamente adentro de la bata, ya que aumenta el riesgo de contaminación accidental, ante la posibilidad de que tenga contacto el personal ya enguantado con la cara interna del guante o al mover los puños de la bata lejos de la posición adecuada.



1

2



3

4

Figura 28. Técnica de enguatoado asistida.

Si, por algún motivo se deben cambiar los guantes, un asistente no vestido o enguantado, debe ayudar al retiro de los guantes sucios, sin tocar la bata quirúrgica estéril, y debe abrir el nuevo empaque de guantes. El personal deberá enguantarse de nuevo, utilizando la técnica de enguatoado asistida. <sup>(7)</sup>

## LAVADO QUIRÚRGICO DE MANOS

Todo el personal que este en contacto directo con el campo operatorio o con artículos estériles debe realizar un lavado quirúrgico de manos y utilizar guantes estériles.

El lavado quirúrgico de manos, tiene tres objetivos:

- Remover suciedad y grasa.
- Eliminar los microorganismos transitorios.
- Reducir la flora residente al mínimo por el mayor tiempo posible.

En general, el lavado quirúrgico se hace con ayuda de un cepillo especial, cuya función es remover la suciedad y la flora transitoria de la piel. La variación de este método radica, en el tiempo de cepillado o número de pasos del cepillo, que se realicen. Últimamente, el uso del cepillo quirúrgico, ha sido cuestionado, ya que es útil alrededor y por debajo de las uñas, sin embargo, cepillar la piel en repetidas ocasiones la seca y daña, removiendo capas, haciéndola susceptible a dermatitis, aumentando así el riesgo de colonización bacteriana, que se convertirá en una posible fuente de infección.<sup>(45)</sup>



Figura 29. BD E-Z Cepillo quirúrgico. ® Fabricado por Becton, Dickinson and Co.

Independientemente de la técnica, es importante retirar previamente, anillos y pulseras, ya que son centros de retención de partículas contaminantes; tener las uñas cortas, sin esmalte y prohibir el uso de uñas artificiales (albergan bacterias y causan rasgaduras en los guantes).<sup>(4)</sup>

El agua que se utilice debe ser potable, y obtenerse al abrir o cerrar las llaves de manijas largas para ser cerradas con los codos, rodillas o por medio de pedales, o de preferencia que sean activadas con sensores automáticos. Las piletas para el lavado deben de ser profundas, amplias, de superficie lisa y no porosa, de preferencia de acero inoxidable y de puntas redondeadas.<sup>(4)(6)</sup>



Figura 30. SURGI-KLEEN 2000 WM. © Fabricado por G2 Automated Technologies, LLC.

Para el lavado quirúrgico, se usan jabones en estado líquido que se encuentren en dispensadores que eviten el contacto directo con las manos, por ejemplo, que se activen con sensores o pedales o de material desechable. En caso de no ser desechables, los dispensadores deben vaciarse cada 24 horas, lavados, enjuagados y secados, antes de volver

a ser llenados. Los jabones en estado sólido, favorecen el crecimiento de bacterias y otros microorganismos provenientes del personal que lo utilice.



Figura 31. Dispensador automático de jabón quirúrgico. Triseptin ®  
Fabricado por CareFusion Corporation.

No existe una técnica de lavado quirúrgico definitiva, la mayoría de los autores, plantean variaciones, aunque, independientemente de la técnica utilizada, se debe asegurar que las manos y antebrazos hayan sido limpiadas, prestando particular atención a las uñas, dorso, palma de las manos y el espacio interdigital.

A continuación se describirán brevemente, cómo deben realizarse, dos de las técnicas más importantes.

La técnica cronometrada, es probablemente la más empleada y la que tiene más variaciones. Implica cronometrar el tiempo de cepillado de ciertas secciones anatómicas (manos y antebrazos).

1. Comenzar el cronometraje del tiempo.
2. Cepillar cada lado de los dedos, la zona interdigital y el dorso y la palma de las manos por 2 minutos, hasta llegar a la muñeca. De aquí en adelante se deben mantener las manos

por encima del nivel de los codos, para evitar la contaminación de las manos por el agua o jabón utilizadas para el brazo.

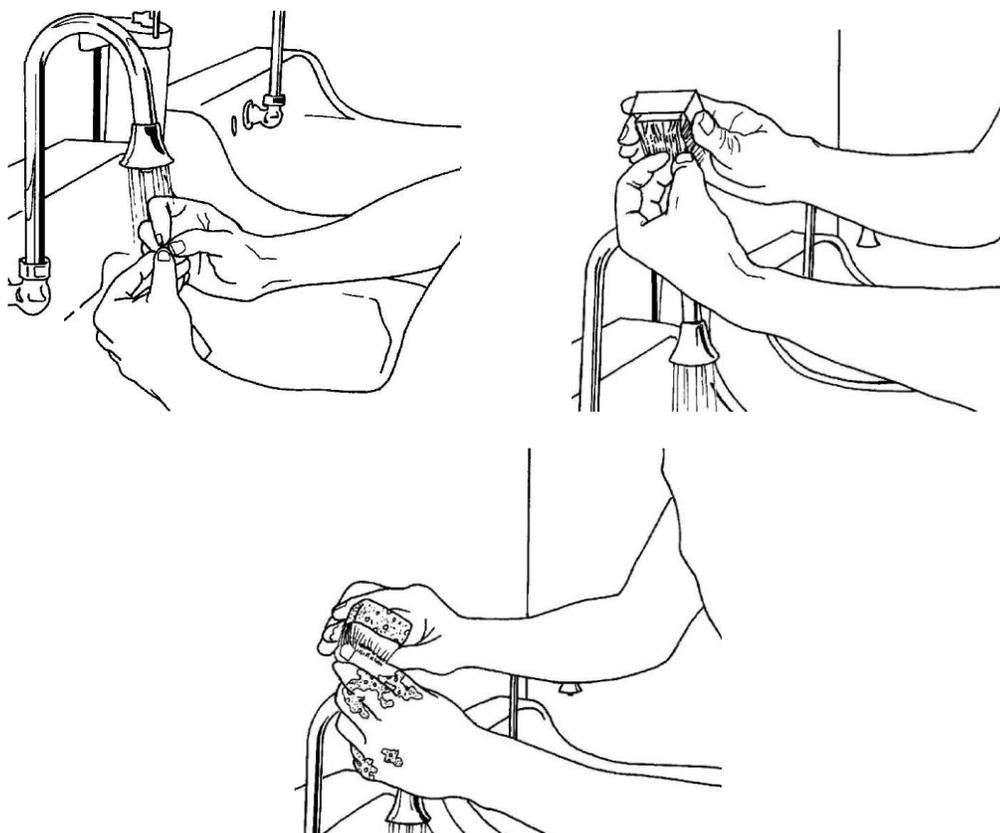


Figura 32. Cepillado de uñas, zona interdigital, dedos y el dorso y la palma de las manos durante el lavado quirúrgico. <sup>(47)</sup>

3. Cepillar el brazo, lavándolo a cada lado del brazo, de la muñeca al codo, por 1 minuto.
4. Repetir el proceso en la otra mano y brazo, teniendo las mismas precauciones. En caso de que la mano tenga contacto con algún objeto o superficie, el cepillado debe prolongarse 1 minuto en el área que se contaminó.

5. Enjuagar las manos y brazos, pasándolas a través del agua en una sola dirección de la punta de los dedos a los codos. No mover de atrás hacia adelante las manos a través del agua. Evitar mojar la pijama quirúrgica durante esta parte del procedimiento. <sup>(7)(45)</sup>

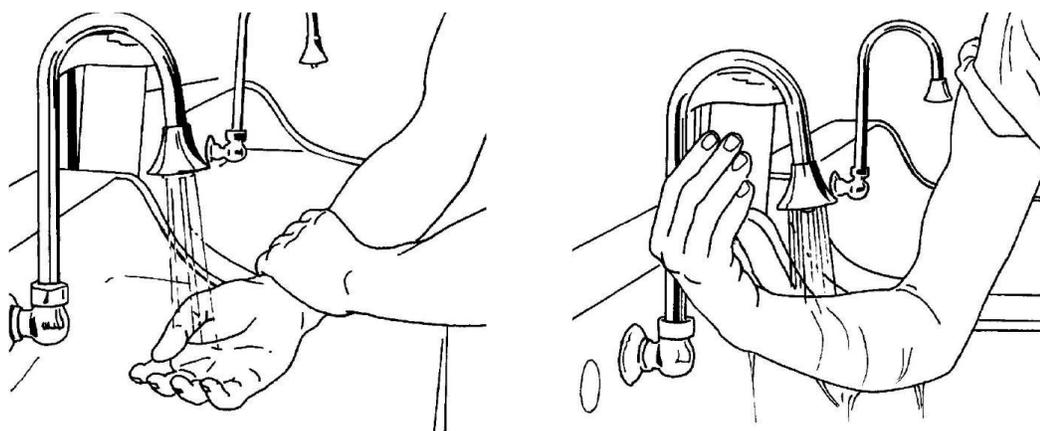


Figura 33. Enjuague de manos y brazos, durante el lavado quirúrgico. <sup>(47)</sup>

Entre las variaciones de esta técnica, se encuentra el lavado quirúrgico en tres tiempos: el primero implica el cepillado desde la punta de los dedos, hasta unos 2 cm por debajo del codo, el segundo, desde la punta de los dedos hasta el antebrazo y el tercero, desde la punta de los dedos hasta la muñeca y enjuagar de la forma antes descrita. <sup>(6)</sup>

El tiempo total de esta técnica es de 6 minutos, si es el primer lavado del día, para lavados subsecuentes, el tiempo se reduce a 3 minutos. <sup>(45)</sup>

El tiempo mínimo de lavado quirúrgico debe ser mayor a 15 segundos. <sup>(4)</sup>

Existe una técnica, que contabiliza los cepillados quirúrgicos, en la cual, las manos y los brazos se cepillan y enjuagan, como se estipuló en la técnica anterior, pero en lugar de cronometrar el cepillado de cada sección, se contabiliza cada pasada del cepillo. Se dividirán las partes de manos y brazos por unidades. La primera unidad está formada por la punta de los dedos. Cada dedo y cada brazo, se considera que tiene cuatro unidades: dorsal, palmar, axial y abaxial (la parte dorsal y palmar de los dedos pulgar y meñique, así como su lado externo se cepillan desde la punta hasta la muñeca). Esta división, crea un total de 25 regiones anatómicas de cada brazo y mano, cada una de las cuales, debe recibir la misma cantidad de cepillados. Se recomiendan que sean de 20 a 30 pasos del cepillo, considerando que una pasada implica, un movimiento hacia adelante y hacia atrás del cepillo. <sup>(45)</sup>

La técnica de lavado quirúrgico ha sido comparada con la aplicación de soluciones que contienen antisépticos. La aplicación de estos compuestos ha tenido mejores resultados ya que consumen menos tiempo y producen menor irritación de la piel, pero lo más importante, es que tienen una reducción similar en la carga bacteriana de las manos del personal de los hospitales veterinarios. <sup>(43)</sup> Estas soluciones deben distribuirse de forma uniforme en manos y dedos y se friccionan con la piel hasta que quede seca. <sup>(26)</sup> La aplicación de estas soluciones antisépticas, varía de acuerdo al protocolo recomendado por el fabricante. Se aplicará en manos y brazos, siguiendo los siguientes pasos: enjuagar primero las manos con agua corriente durante 30 segundos, lavar por 90 segundos con la solución (sin utilizar cepillo) la punta de los dedos, uñas, cutículas y zona interdigital, enjuagar con agua abundante por 30 segundos. Repetir de nuevo el lavado por 90 segundos y el enjuague de las manos por 30 segundos.

Una vez realizado el lavado quirúrgico, se deben mantener elevadas las manos, arriba del nivel de los codos, permitiendo que el líquido corra por los antebrazos y caiga de la punta del codo. Las manos no deben sacudirse para eliminar el agua o la solución utilizada para la limpieza, únicamente se secan con una toalla estéril, contenida en un paquete que será colocado por el segundo ayudante en una superficie seca y que será abierto para que el cirujano tome únicamente la toalla y no vuelva a contaminarse. Para el secado con toalla, se utiliza la técnica de las cuatro esquinas: con cada una de las esquinas de la toalla, se secará un lado de la mano y su brazo, teniendo cuidado de no tocar de nuevo la toalla, si ya fue utilizada en ese sitio. La piel de las manos no debe quedar mojada, si es así la asepsia no fue efectiva. <sup>(45)</sup>

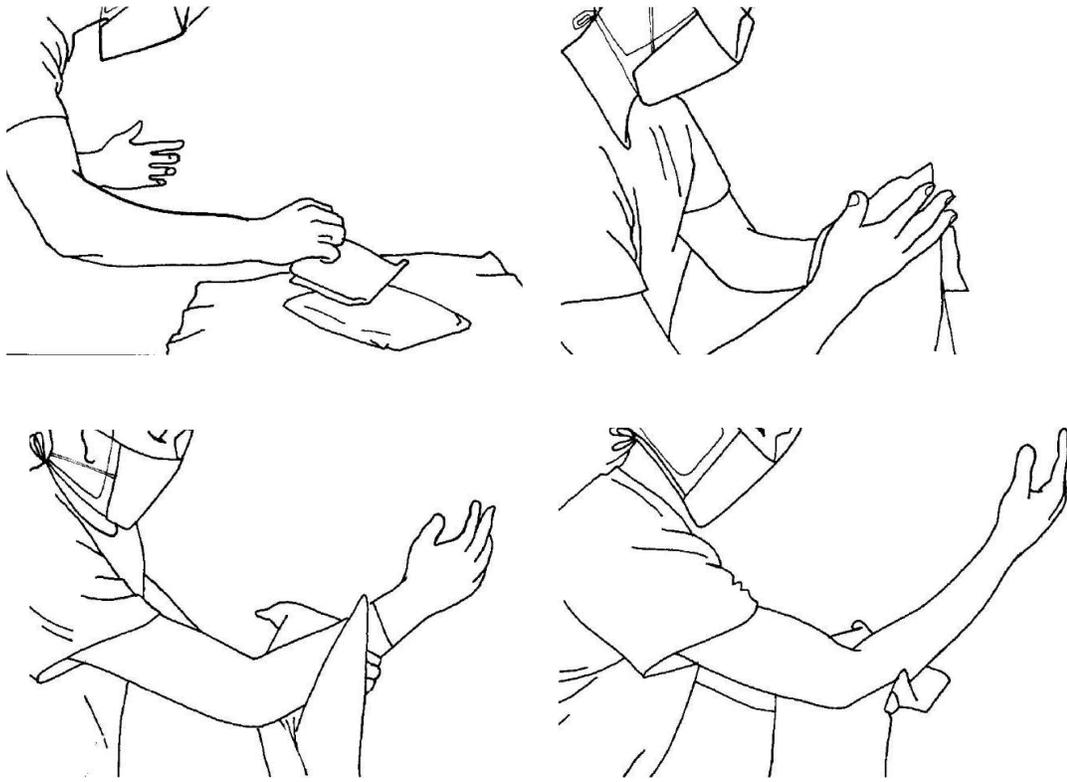


Figura 34. Secado posterior al lavado quirúrgico de manos. <sup>(47)</sup>

## **REGLAS EN EL QUIRÓFANO**

Es importante recordar que todos estos procedimientos, deben acompañarse de una serie de reglas dentro del quirófano, que permitan llevar a cabo la manipulación médica libre de agentes patógenos. <sup>(2)</sup>

- Referentes al Instrumental.
  - Las mesas de instrumental, solo se consideran estériles a la altura en la que se encuentran, todo lo que quede colgado o por debajo del campo de visión del cirujano, se considera no estéril. <sup>(7)</sup>
  - Tener listo todo el instrumental que se necesitará durante la cirugía, para evitar, abrir paquetes de instrumental, una vez que se haya realizado la incisión, a excepción de aquellos que no sean requeridos hasta el final del procedimiento quirúrgico, por ejemplo las engrapadoras de piel.
  - Solamente el personal que esté utilizando guantes estériles, podrá manejar el instrumental y colocarlo en las mesas de instrumental previamente vestidas con campos estériles.
  - Si se necesita instrumental adicional, el asistente no enguantado, debe pasar el contenido del paquete, evitando que este toque el campo operatorio o que el instrumental proporcionado, tenga contacto con sus manos. Solo el personal enguantado puede sacar los instrumentos del paquete. Estos mismos cuidados, deben tenerse al abrir paquetes de campos o batas quirúrgicas estériles, como se muestra en las siguientes imágenes. <sup>(45)</sup>



Figura 35. Técnica de apertura de paquetes de campos quirúrgicos.

- Para verter soluciones que se utilizarán durante la cirugía, un miembro del equipo quirúrgico enguantado, debe sostener el recipiente lejos del área estéril, para prevenir que el ayudante circulante extienda brazo y mano sobre el campo quirúrgico. La solución se deja caer sin salpicar al cirujano y el área. Por ninguna causa, el contenedor de la solución podrá tocar el recipiente estéril. <sup>(7)</sup>

- Referentes al personal.
  - El personal que vaya a lavarse, vestirse y enguantarse, debe recordar siempre, que solo el frente de la bata es estéril, a nivel del pecho y hasta la altura donde comienza la mesa. El cuello, axilas y mangas, son zonas propensas a la humedad y por lo tanto no son zonas completamente estériles.
  - Las manos del personal deben mantenerse siempre al frente, arriba de la cintura, sin pasar de la altura de los hombros. Las manos se mantienen unidas o descansando en la zona cubierta por campos quirúrgicos estériles. Nunca deben doblarse los brazos.
  - Los miembros del equipo que no se hayan lavado, vestido y enguantado, jamás tocarán las superficies estériles, así mismo, aquellos que sí lo estén, nunca podrán tocar las superficies no estériles. <sup>(7)</sup>
  - Todos los miembros que se hayan preparado, lavándose y enguantándose, deberán siempre estar de frente al campo estéril.
  - Solo ante circunstancias absolutamente necesarias, un integrante podrá entrar o salir del quirófano, para evitar contaminación cruzada. Aquellos que hayan realizado lavado y vestido quirúrgico, no deben salir del quirófano. <sup>(7)(45)</sup>
  - Se debe tomar en cuenta que el nivel de bacterias en el ambiente del quirófano es directamente proporcional al número de personas presentes en el quirófano, por lo tanto deben ser los mínimos indispensables, para evitar el tráfico innecesario. El quirófano es un área restringida, donde, se limita el número de personas presentes, ya que en algunos estudios, se ha establecido que existe relación entre esto y las infecciones en perros y gatos. <sup>(4)(45)</sup>

- El movimiento de las personas dentro de un quirófano debe ser el mínimo, evitando el flujo turbulento de aire. Si necesitan realizarse, siempre se deben llevar a cabo de frente a frente, es decir, presentando la parte estéril. La zona de la espalda, no se considera estéril, aunque tenga puesta la bata quirúrgica. La puerta deberá permanecer cerrada durante el procedimiento quirúrgico. <sup>(7) (45)</sup>
- Todo personal del área quirúrgica deberá realizar un lavado de manos sencillo cuando: entre y salga dentro de las zonas de quirófanos, después de tener contacto con material contaminado, aunque se hayan utilizado guantes, antes y después de preparar el instrumental, antes y después de comer o beber, antes y después de ir al baño y después de quitarse los guantes. <sup>(4)</sup>
- Para evitar la contaminación por gotas con bacterias, deben limitarse al mínimo, las conversaciones dentro del quirófano.
- Si el equipo quirúrgico, comienza una cirugía sentado, deben permanecer en esta posición hasta el final de la misma. <sup>(7)</sup>

## **ANTISEPSIA EN EL PACIENTE**

Algunas acciones que deben realizarse en el paciente, previas a su ingreso al centro quirúrgico, y que por lo general se llevan a cabo por el propietario son:

- Bañar al paciente. Con un shampoo suave, 24 horas previas a la cirugía.
- Permitir al paciente defecar y orinar.

En el área de preparación, debemos realizar:

- Vaciamiento de vejiga manual o por sondeo uretral.
- Extracción manual de las heces fecales o realizar un patrón de sutura de jareta. En caso de que exista presencia de heces blandas, realizar enema.

- Tricotomía de una zona amplia, aproximadamente a una distancia de 15-20 cm, del que será el sitio de incisión. Se realiza con máquina de rasurar con cuchillas del número 40 o en su defecto, del número 10, teniendo en cuenta que entre mayor sea el número de la cuchilla, más corto será el pelo que quede en el paciente. Primero, se realiza en sentido a la dirección del crecimiento del pelo y posteriormente, en dirección contraria. Evitar que la piel se lastime, ya que favorece la colonización bacteriana, algo que sucede frecuentemente, al utilizar navajas de rasurar. Las cremas depilatorias son menos traumáticas, pero producen reacciones linfocíticas dérmicas, por lo que solo se recomiendan en áreas dónde sea difícil realizar la tricotomía con máquina. Si es necesario, retirar los restos de pelo del paciente con una aspiradora.



Figura 36. Tricotomía realizada en el área de preparación. <sup>(45)</sup>

- En cirugías donde se manipule algún miembro torácico o pélvico, donde sea necesario manipular falanges y cojinetes, estos se deberán cubrir con un guante de látex y venda.
- Preparación preoperatoria de la piel. Se realiza un lavado con un jabón antiséptico utilizando una gasa, esponja o algodón. Cuidar que las soluciones no se acumulen en depresiones del paciente, por ejemplo, en la región inguinal. En el caso de machos, el prepucio debe enjuagarse con una solución antiséptica. Posterior al lavado, la piel se cubre con una solución antiséptica.
- Traslado. Se debe llevar al paciente al quirófano en camilla, teniendo cuidado de evitar la contaminación del campo quirúrgico, previamente preparado.

En el área quirúrgica, previo a la cirugía, realizamos:

- Preparación de la piel.- Se realiza un lavado con un jabón antiséptico utilizando una gasa, esponja o algodón estéril. El uso del mismo antiséptico, que se utilizó en el área de preparación y de un patrón similar de aplicación, incrementa la efectividad del procedimiento. Posterior al lavado, la piel se cubre con una solución antiséptica.

La aplicación se realiza con gasas o torundas estériles, las cuales se impregnaran de la solución antiséptica de elección, que se verterá en recipientes previamente esterilizados.

Las gasas o torundas, se toman con la mano enguantada o con fórceps estériles. La mano

dominante, será la encargada de la aplicación y la menos dominante de la obtención de las torundas del recipiente.

El embrocado del paciente, se realiza del centro de la incisión a la periferia (forma centrífuga), realizando movimientos circulares, teniendo cuidado de no regresar las torundas de la periferia al centro, ocasionando una recontaminación de la zona.

Otra técnica, implica pasar la torunda por encima de la línea de incisión, después pasar otra torunda de forma paralela, pero del lado derecho y posteriormente del lado izquierdo. Continuar este procedimiento, hasta abarcar toda la zona que debe prepararse. Independientemente de la forma, se debe dejar actuar el antiséptico el tiempo mínimo de contacto con la piel.

Existen soluciones antisépticas que marcan las áreas que fueron tratadas, para corregir, en caso de que exista algún área sin preparar. <sup>(7)(45)</sup>

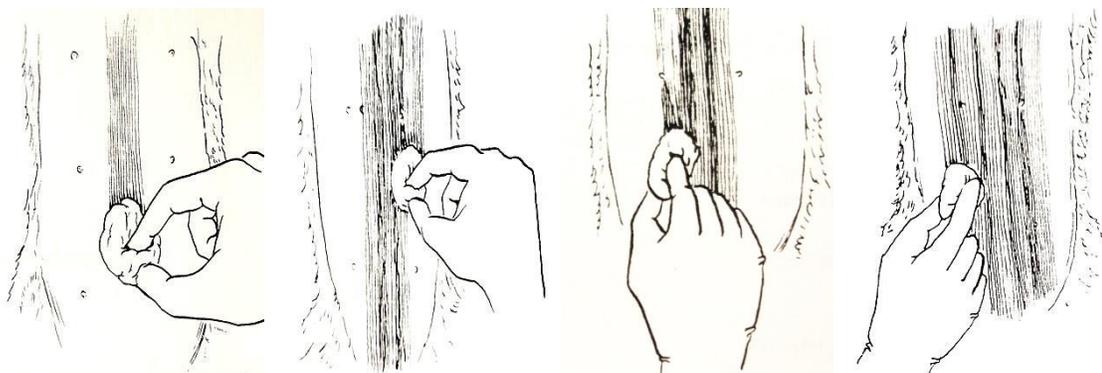


Figura 37. Embrocado paralelo al sitio de incisión. <sup>(44)</sup>

(121)

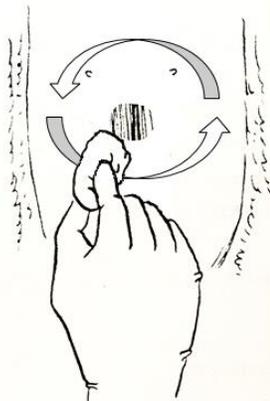


Figura 38. Embrocado en forma centrífuga. <sup>(44)</sup>

- Colocación de campos quirúrgicos alrededor del sitio de incisión, ya que forman una barrera física para prevenir que los microorganismos de las partes no preparadas y de la mesa de cirugía, lleguen al campo quirúrgico. Previo a su colocación, se deben posicionar los monitores y objetos auxiliares de anestesia (estetoscopio esofágico, tapetes de agua circulante).

Los campos son colocados, por personal que tenga puesta bata y guantes quirúrgicos estériles, en un solo movimiento, evitando la recolocación, ya que trasladan microorganismos de la piel contaminada a la piel preparada para la cirugía y cubren todas las partes fuera del campo quirúrgico, a excepción de la cabeza del paciente, para permitir el monitoreo anestésico durante la cirugía. En cirugía de miembros torácicos o pélvicos, deberán mantenerse fuera de los campos quirúrgicos. Se deben colgar, para facilitar la manipulación y evitar la contaminación cruzada.

Los campos solo se retiran una vez que se haya completado el procedimiento, aunque se tenga que reposicionar al paciente o los campos se mojen con sangre o fluidos. Los campos

no deben sacudirse, evitando corrientes de aire que permitan la contaminación cruzada. Aquella parte de estos, que caiga por debajo del nivel de la mesa quirúrgica, se considera no- estéril.

Los campos quirúrgicos ideales, estarían hechos de materiales resistentes a las rasgaduras y al agua, pero a la vez flexibles, fáciles de cortar, esterilizar, deben ser cómodos para el paciente y económicos.

Debido a que no existe ningún material que abarque todos estos requisitos, se recomienda la combinación de distintos materiales para obtener mejores resultados.

En general existen campos desechables y campos no desechables fabricados con tela, que se evitan en áreas susceptibles a ser humedecidos, ya que al mojarse, no brindan protección contra las bacterias. Es por eso que se recomienda colocar debajo de estos, campos impermeables. En la actualidad, existen campos con borde adherente, siendo otra opción para el cirujano. <sup>(3)(45)</sup>

En general, independientemente del procedimiento quirúrgico a realizar, se tienen dos opciones para la colocación de campos:

- Campos quirúrgicos individuales, uno en cada una de las cuatro esquinas del área quirúrgica preparada. La medida varía de acuerdo a la constitución del animal y a la cirugía que se llevará a cabo, aunque el tamaño estándar que se considera suficiente es de 60 x 90cm. <sup>(6)(44)</sup> En la figura 39- A, se muestra como se coloca primero los campos craneal y caudal y posteriormente los laterales (Figura 39- B). Al colocar los campos, las manos se cubren con la esquina del campo, realizando un pequeño doblez hacia adentro, como se observa en la letra C, esto para facilitar el control y prevenir la contaminación accidental al

tener contacto directo con el paciente. Por último (Letra D), se sujetan las esquinas de los campos que están sobrepuestas pinzándolas a la piel con una pinza de Backhaus o incluso suturarse a la piel con material no absorbible. <sup>(44)</sup> <sup>(45)</sup>

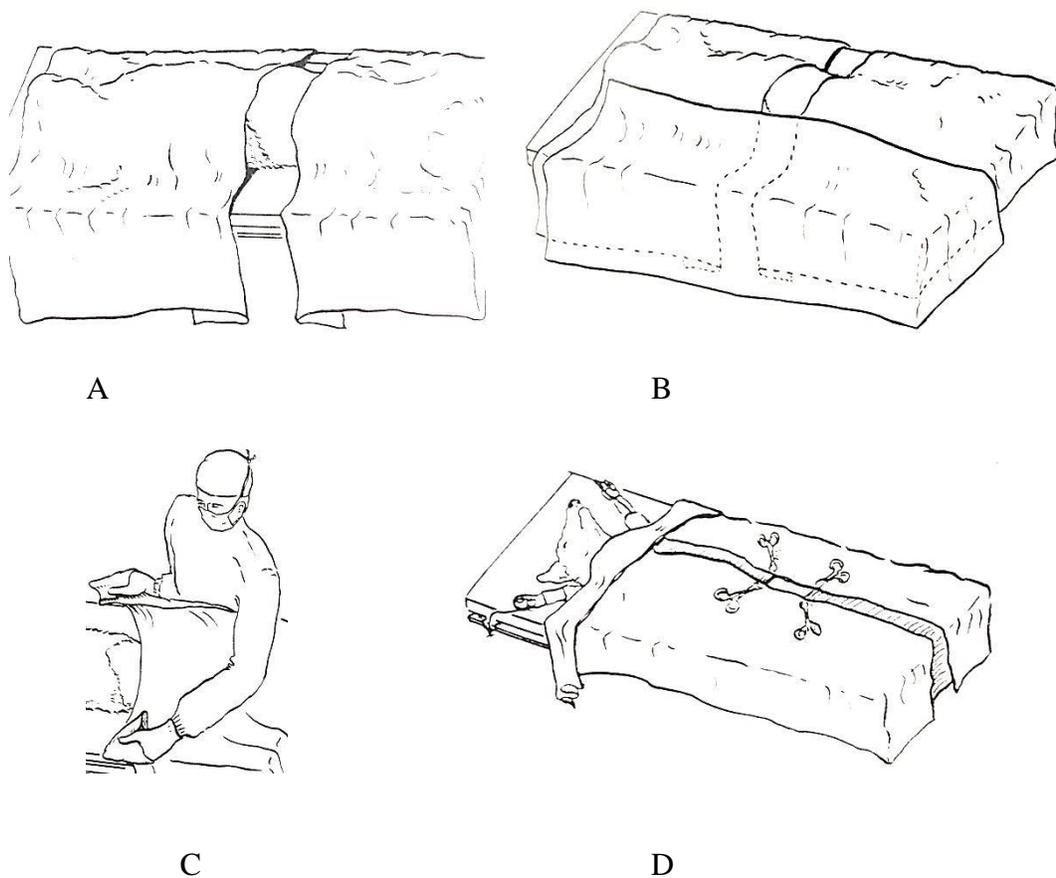


Figura 39. Colocación de campos quirúrgicos en el paciente. <sup>(44)</sup>

- Colocar un campo largo con hendidura, conocido también como: Sábana hendida. Su medida estándar es de 100 x 70 cm y el largo de la hendidura de 20x30cm, aunque estas varían dependiendo del largo de la incisión requerida. <sup>(45)</sup> La sábana hendida, tiene como función cubrir la piel que queda expuesta al colocar los campos quirúrgicos, por lo general,

se recomienda su uso para cirugía abdominal, donde el riesgo de contaminación es mayor. Una vez que ha pasado el riesgo de contaminación, la sábana hendida se retira o se sustituye por una limpia, en caso de que se haya contaminado. Su colocación, se realiza, una vez que ya se realizó la incisión. Se desdobra primero la sábana de forma parcial y se estira a lo largo de la incisión. El borde de la hendidura se coloca encima de la piel incidida y con las pinzas de Backhaus se une a la piel y el tejido subcutáneo (Figura 40-A). Se desdobra la mitad de la sábana sobre la incisión, cubriendo uno de los lados y las pinzas colocadas (Figura 40-B). El borde restante de la incisión, se cubre de igual forma, cubriendo el campo quirúrgico en su totalidad como se muestra en la Figura 40- C. <sup>(7) (45)</sup>

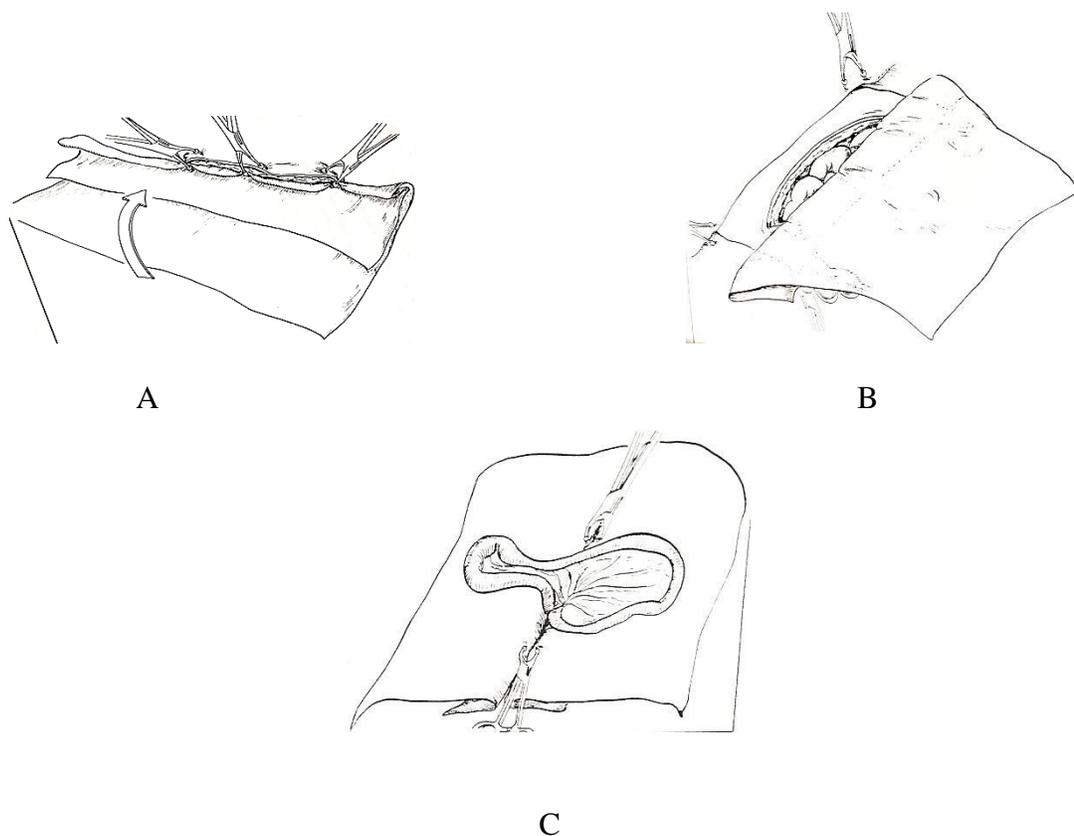


Figura 40. Colocación de la sábana hendida en el paciente. <sup>(44)</sup>

## ANTISÉPTICOS

La piel representa una barrera eficaz contra las infecciones microbianas, que está normalmente colonizada por un gran número de microorganismos que viven inofensivamente sobre la superficie cutánea. Cuando se produce una disrupción de la superficie de la piel, de forma accidental o intencional, las bacterias propias de la piel o no habituales invaden la zona creando una infección clínica.

Sin importar los mecanismos intrínsecos de defensa de la piel, es importante llevar a cabo, como una práctica segura y efectiva, el uso de químicos, que actúen como coadyuvantes a estos mecanismos naturales de defensa, como microbicidas tópicos, para la prevención de infecciones post-quirúrgicas. <sup>(42)</sup>

Estos químicos biocidas, usualmente de amplio espectro, se utilizan sobre los tejidos vivos con la finalidad de inactivar o inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos y se conocen como antisépticos. <sup>(29)(42)</sup>

En medicina veterinaria, el paciente es la principal fuente de contaminación, teniendo dos tipos distintos de microorganismos, que forman la flora normal: residentes y transitorios. Los microorganismo residentes, por ejemplo: *Staphylococcus epidermidis*, *Corynebacterium spp.* y *Pityrosporon spp.*, son permanentes y no se eliminan, a pesar del uso de antisépticos, solo se reducen por un tiempo corto (3 horas aproximadamente) a niveles muy bajos; y los temporales, como: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius*, *Escherichia coli*, *Streptococcus spp.*, *Enterobacter spp.* y *Clostridium spp.*, que se eliminan utilizando antisépticos efectivos, durante un lapso de tiempo igual o mayor a 8 horas.

La flora normal transitoria, está compuesta por microorganismos que de forma incidental, se instalan en algunos sitios del huésped por corto tiempo (horas o días) y se eliminan físicamente con agentes limpiadores de superficie. <sup>(32)</sup>

Al realizar antisepsia, removemos los microorganismos transitorios de la piel y suprimimos la flora residente, evitando la formación de biofilms, que son grupos de microorganismos residentes, que tardan en desencadenar una respuesta inmunológica, dificultando el diagnóstico de infección y que necesitan mayores dosis de antisépticos (mayor a la concentración inhibitoria mínima), durante un lapso más grande de tiempo, además, retiramos la suciedad y las escamas libres que existen en la piel. <sup>(12)(45)</sup>

Una solución limpiadora, a diferencia de un antiséptico, es un químico capaz de eliminar residuos o sustancias de desecho en la piel sana o heridas, pero no tiene la capacidad de evitar la proliferación de microorganismos.

Un antiséptico se utiliza de forma externa exclusivamente, para:

- Preparación de la piel para procedimientos invasivos.
- Para manejo de pacientes inmunosuprimidos.
- Preparación pre quirúrgica de la piel.
- Lavado quirúrgico de las manos.

Las características de un antiséptico ideal son:

- Amplio espectro de acción.
- Bajo costo.
- Baja capacidad de penetración.
- No tóxico e hipo alergénico.

(127)

- Rapidez y eficacia aún en presencia de materia orgánica.
- Efecto acumulativo y residual.
- Baja capacidad de generar resistencia.
- No irritante.
- No teñir los tejidos.
- No poseer olor desagradable.
- Compatible químicamente con otras sustancias. Es importante tener presente que hay antisépticos que se inactivan por jabones aniónicos, detergentes u otros antisépticos. Es importante realizar enjuagados abundantes, después de realizar lavados.
- Poseer controles bacteriológicos.
- Que el producto posea un número de registro, expedido por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), en base al artículo 6° de las fracciones L.I., decreto por el que se expide la Ley Federal de Sanidad Animal (modificada el 25 de Julio del 2007).

Algunos productos químicos se utilizan como desinfectantes y antisépticos a la vez, dependiendo de la concentración o las condiciones de uso.<sup>(30)</sup> En el siguiente cuadro, se muestran los principales grupos químicos que conforman a los antisépticos, así como sus presentaciones y características principales:

| ANTISÉPTICOS                         |   |  |   |
|--------------------------------------|---|--|---|
| GRUPO QUÍMICO                        | EJEMPLOS  | PRESENTACIÓN   | CARACTERÍSTICAS   |
| Cuaternarios de Amonio               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cloruro de benzalconio</li> <li>▪ Cetrimida</li> <li>▪ Etilsulfato de mecetronio</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lavado prequirúrgico de manos. Uso diario continuo, da efectos residuales extendidos, al disminuir el recuento bacteriano de la piel con el tiempo.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cationes activos de superficie, con acción detergente.</li> <li>▪ Contienen en su estructura al ión amonio <math>NH_4</math>, donde cada uno de los hidrógenos se sustituye por radicales alquil y aril.</li> <li>▪ Son incoloros, inodoros, no irritantes y desodorantes.</li> <li>▪ Solubles en: Agua y alcohol.</li> <li>▪ No compatible con agentes tensoactivos aniónicos.</li> </ul> |
| Fenoles Clorados<br>O<br>Bisfenoles  | <p>Triclosán</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alcohólico 0.5%</li> <li>▪ Jabonoso 0.2 – 2%</li> </ul> <p>Hexa-clorofeno</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jabonoso 3%</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lavado prequirúrgico de manos. El hexaclorofeno, al usarse de forma repetida, logra actividad antimicrobiana acumulativa, que se elimina al limpiar con jabón o alcohol.</li> <li>▪ Lavado prequirúrgico del paciente.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Derivados hidroxihalogenados de dos grupos fenólicos, conectados por varios puentes.</li> <li>▪ Solubles en: Ácidos grasos.</li> <li>▪ No solubles en: Agua</li> <li>▪ Compatibles con: Alcoholes y Yodóforos.</li> <li>▪ No compatibles con surfactantes y emolientes.</li> <li>▪ Oxida los recipientes de acero inoxidable.</li> </ul>   |
| Fenoles Halogenados<br>O Halofenoles | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cloroxilenol- PCMX (Paracloro-metaxilenol) Jabonoso 0.3- 3.75% g</li> <li>▪ Dicloro-metoxifenol-DCMX</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lavado prequirúrgico de manos. En presentaciones donde se incluye la solución jabonosa con el cepillo quirúrgico.</li> <li>▪ Antisepsia de heridas y otras lesiones cutáneas.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Compuestos en los que uno o más átomos de hidrógeno del fenol, se reemplazan por un átomo de halógeno, por lo general cloro o bromo.</li> <li>▪ La adición de ácido etileno diaminotetraacético (EDTA) incrementa su actividad.</li> <li>▪ No compatible con: Surfactantes no iónicos (lo neutralizan).</li> </ul>   |
| Alcoholes                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alcohol isopropílico</li> <li>▪ Alcohol etílico o etanol. 70-100%</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Preparación de la piel antes de la cirugía.</li> <li>▪ Previo a la colocación de catéteres centrales y periféricos.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solubles en agua.</li> <li>▪ Actividad potenciada al combinarse con otros antisépticos, como yodóforos.</li> <li>▪ Desecantes y desengrasantes.</li> <li>▪ Volátil e inflamable.</li> </ul>  |

Cuadro 24. Antisépticos por grupos químico, presentaciones y características.

(3) (35) (42) (46) (48)

| ANTISÉPTICOS      |   |  |  |
|-------------------|---|--|--|
| GRUPO QUÍMICO     | EJEMPLOS  | PRESENTACIÓN   | CARACTERÍSTICAS  |
| Yodóforos         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Yodo libre (1-2 mg/ml).</li> <li>▪ Tintura de yodo. Mezcla de yodo o yoduro potásico con alcohol.</li> <li>▪ Yodóforos.- Yodo combinado con agentes tensoactivos, como la Yodopovidona<br/>Acuosa: 5-10%<br/>Alcohólica: 1-5%<br/>Jabonosa: 7.5-10%</li> </ul> | <p>TINTURA DE YODO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Preparación de la piel antes de la cirugía.</li> <li>▪ Previo a la colocación de catéteres o punciones.</li> </ul> <p>YODÓFOROS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lavado prequirúrgico de manos y del paciente.</li> <li>▪ Preparación de la piel antes de la cirugía.</li> <li>▪ Previo a la colocación de catéteres o punciones.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solubles en: Agua, alcohol y agentes tensoactivos. El alcohol aumenta la liberación de yodo libre, disminuye su acción persistente.</li> <li>▪ Actividad reducida en aguas duras.</li> <li>▪ Olor particular.</li> </ul>  |
| Biguanidas        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Digluconato de clorhexidina<br/>Acuosa: 0.05-2%<br/>Alcohólica: 0.5-1%<br/>Jabonosa: 4%<br/>Gel: 1%</li> <li>▪ Clorhexidina 0.1% ó 0.5% en solución acuosa.</li> <li>▪ Alexidina</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lavado prequirúrgico del paciente.</li> <li>▪ Lavado prequirúrgico de manos.</li> <li>▪ Previo a la colocación de catéteres y punciones.</li> <li>▪ Lavado de heridas y quemaduras.</li> <li>▪ Antiséptico bucal.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Biguanidas poliméricas catiónicas.</li> <li>▪ Estabilidad afectada con la luz y elevadas temperaturas (se descompone a cloroanilina).</li> <li>▪ Solubles en: Agua y alcohol (incrementan poder residual).</li> <li>▪ No compatibles con: jabones, yodo y fenoles.</li> </ul> |
| Anilidas          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Triclocarbán</li> <li>▪ Triclorocarbanilida</li> </ul> <p>Concentraciones al 0.3- 1%</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lavado prequirúrgico del paciente.</li> <li>▪ Lavado prequirúrgico de manos.</li> <li>▪ Antiséptico en forma de polvo, solución y pomada.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Amidas aromáticas derivadas de la anilida, por sustitución del hidrógeno del grupo <math>NH^2</math> con un radical carboxílico.</li> <li>▪ Soluble en grasas.</li> <li>▪ Compatible con: detergentes y alcohol.</li> </ul>   |
| Sales de Mercurio | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Timerosal</li> <li>▪ Mercromina</li> <li>▪ Mercuriocromo</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Antisépticos para piel</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se inactivan con yodo o azufre.</li> </ul>  |

Cuadro 24-1. Antisépticos por grupos químico, presentaciones y características.

(3) (35) (42) (46) (48)

Las características de los antisépticos que podemos evaluar son:

- Efectividad.- Se mide en tres categorías:
  - Eficiencia inmediata.- mide cuantos microorganismos cutáneos son removidos o inactivados por un producto, dentro de un lapso de 60 segundos posteriores a su aplicación.
  - Efectividad antimicrobiana persistente.- es una medición cuantitativa de la capacidad del producto para evitar la recolonización de la piel por un periodo hasta de 6 horas posterior a la aplicación por medio de la inhibición o muerte de los microorganismos.
  - Acción residual.- es la efectividad antimicrobiana acumulada del producto, después de haber sido utilizado al menos 5 días.<sup>(3)</sup>
- Tiempo de inicio de activación.
- Conocer los posibles materiales que los inactivan. Motivo por el cual es importante limpiar el área antes de aplicar un antiséptico. La penetración del antiséptico se bloquea por la presencia de materia orgánica.
- Espectro de acción.
- Toxicidad.

En el siguiente cuadro, se observan las categorías con las que medimos la efectividad de los principales antisépticos, así como si es posible su inactivación ante materia orgánica y el tiempo mínimo de contacto para comenzar la activación.

| ANTISÉPTICOS                      |   |                                      |  |                            |   |
|-----------------------------------|---|--------------------------------------|--|----------------------------|---|
| GRUPO QUÍMICO                     | INACTIVÓ EN PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA | TIEMPO MININMO DE CONTACTO (Minutos) | ACCIÓN INMEDIATA   | ACCIÓN PERSISTENTE (Horas) | ACCIÓN RESIDUAL                                 |
| Cuaternarios de Amonio            | +   | 5                                    | Lenta.   | 1                          | Ninguna   |
| Fenoles Clorados O Bisfenoles     | +<br>Mínimo                               | 10                                   | Rápida.  | 4-6                        | Hasta 2 días                                    |
| Fenoles Halogenados O Halofenoles | +   | 2                                    | Rápida.  | 3-4                        | Significativa                                   |
| Yodóforos                         | +   | 2<br>Esporas:<br>15                  | Rápida. A los 3 minutos muere el 77% de las bacterias. 1 hora muere el 98% de las bacterias. | 4-6                        | Ninguna   |
| Alcoholes                         | +   | 2 minutos sin secar.                 | Bactericida muy rápida. 30 segundos – 1 minuto muere el 98% de las bacterias                 | 3                          | Ninguna   |
| Bisguanidas                       | -   | 2 minutos.                           | Rápida. 30 segundos muere el 96% de las bacterias 3 minutos muere el 98% de las bacterias    | Mayor a 6                  | 2 días Mayor en solución acuosa que alcohólica. |
| Anilidas                          | +<br>Mínimo                               | 2 minutos.                           | Rápida.  | 1                          | 1 día   |
| Sales de Mercurio                 | +   | -                                    | -  | -                          | -   |

Cuadro 25. Principales características de los antisépticos más comunes. (3) (35) (42) (46) (48)

Es importante considerar el espectro y mecanismo de acción de los antisépticos, resumido en el Cuadro 26:

| ANTISÉPTICOS                       |  |                    |                     |                   |             |             |
|------------------------------------|--|--------------------|---------------------|-------------------|-------------|-------------|
| GRUPO QUÍMICO                      | MECANISMO DE ACCIÓN  | ESPECTRO DE ACCIÓN |                     |                   |             |             |
|                                    |  | Bacterias Gram + * | Bacterias Gram - ** | Micobacterias *** | Hongos **** | Virus ***** |
| Cuaternarios de Amonio             | Bacteriostático<br><ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deteriora la permeabilidad bacteriana, desnaturalizando proteínas y uniéndose de forma irreversible a los fosfolípidos de la membrana.</li> <li>▪ Inactivación enzimática.</li> </ul>  | +                  |                     | -                 | +           | +           |
| Fenoles Clorados<br>O Bisfenoles   | Bacteriostático.<br><ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El triclosán, bloquea la síntesis de lípidos, al bloquear el sitio activo de una enzima llamada proteína reductasa transportadora de enoil-acil, proveniente de los ácidos grasos manufacturados por la bacteria, necesarios para la construcción de la membrana celular y de otras funciones vitales. Actúa sobre la síntesis de ARN, ácidos nucleicos y proteínas.</li> <li>▪ Algunos reportes sugieren actividad antiinflamatoria adicional.</li> <li>▪ El hexaclorofeno, penetra las membranas celulares de las bacterias.</li> </ul> | +++                | ++                  | +                 | +           | +           |
| Fenoles Halogenados<br>Halofenoles | Bactericida.<br><ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inactiva las enzimas microbianas.</li> <li>▪ Rompe la pared celular.</li> </ul>   | +                  |                     | -                 | +           | +           |
| Alcoholes                          | Mayor bactericida que bacteriostático.<br><ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desnaturaliza las proteínas.</li> <li>▪ Destrucción de la membrana celular.</li> <li>▪ Inhiben la producción de metabolitos esenciales para la división celular.</li> </ul>   | +                  |                     | +                 | +           | +           |

Cuadro 26. Mecanismo y espectro de acción de los antisépticos. (3) (35) (42) (46)

\* Efecto bactericida.- Bacterias gram +: *Staphylococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, por ejemplo: *S. aureus* y *S. pyogenes*. \*\*Bacterias gram - : *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Bordetella bronchiseptica*, *Pseudomonas aeruginosa*. \*\*\*Efecto micobactericida.- *Mycobacterium tuberculosis*. \*\*\*\*Efecto fungicida.- *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Blastomyces dermatitidis*, *Coccidioides immitis*, *Histoplasma capsulatum*. \*\*\*\*\*Efecto virucida.- Cuaternarios de amonio: Virus lipofílicos: herpes, vaccinia, influenza. Fenoles halogenados: Acción sólo sobre virus lipofílicos. Fenoles clorados: poca acción sobre echovirus, poliovirus, coxsackievirus. Alcoholes: Etlíco efectivo sobre virus lipofílicos: herpes, vaccinia, influenza; virus hidrofílicos: adenovirus, enterovirus, rinovirus y rotavirus. No efectivo contra virus de la hepatitis A y poliovirus. Isopropílico.- no efectivo contra enterovirus hidrofílicos, como el virus de panleucopenia y el parvovirus canino, pero sí sobre los lipofílicos.

| ANTISÉPTICOS      |   |                    |                     |                   |             |             |
|-------------------|---|--------------------|---------------------|-------------------|-------------|-------------|
| GRUPO QUÍMICO     | MECANISMO DE ACCIÓN   | ESPECTRO DE ACCIÓN |                     |                   |             |             |
|                   |   | Bacterias Gram + * | Bacterias Gram - ** | Micobacterias *** | Hongos **** | Virus ***** |
| Yodóforos         | Más bactericida que bacteriostático <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oxidación de las proteínas.</li> <li>▪ Rompen las membranas celulares al unirse a los enlaces de ácidos grasos, al penetrar a la célula, alteran la estructura y síntesis de proteínas y ácidos nucleicos.</li> <li>▪ Disminuye los requerimientos de oxígeno de los microorganismos aerobios, interfiriendo la cadena respiratoria por bloqueo del transporte de electrones a través de reacciones electrolíticas con las enzimas.</li> </ul> | +++                | +++                 | +                 | ++          | +           |
| Biguanidas        | Bactericida <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bajas concentraciones, aumenta la permeabilidad de la membrana citoplasmática, debido a la interacción electrostática con los fosfolípidos ácidos y a una inhibición de las enzimas del espacio periplásmico.</li> <li>▪ Altas concentraciones, producen la precipitación de proteínas y ácidos nucleicos.</li> </ul>  | +++                | ++                  | -                 | +           | +           |
| Anilidas          | Bactericida <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Altera la permeabilidad de la membrana citoplasmática de la célula conduciéndola a la muerte.</li> </ul>   | +++                | ++                  | ++                | +           | -           |
| Sales de Mercurio | Bacteriostática y Fungistática <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Precipitan las proteínas presentes en el protoplasma bacteriano.</li> </ul>   | +++                | ++                  | -                 | ++          | -           |

Cuadro 26-1. Mecanismo y espectro de acción de los antisépticos. (3) (35) (42) (46)

\*Efecto bactericida.- Bacterias gram +: *Staphylococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, por ejemplo: *S. aureus* y *S. pyogenes*. \*\*Bacterias gram - : *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Bordetella bronchiseptica*, *Pseudomonas aeruginosa*. \*\*\*Efecto micobactericida.- *Mycobacterium tuberculosis*.\*\*\*\* Efecto fungicida.- *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Blastomyces dermatitidis*, *Coccidioides immitis*, *Histoplasma capsulatum* \*\*\*\*\*Efecto virucida.- Yodóforos: variable contra poliovirus y rotavirus. Biguanidas: Virus lipofílicos: herpes, vaccinia, influenza.

La toxicidad de un antiséptico, debe considerarse, para su elección, algunos efectos son los siguientes:

| ANTISÉPTICOS                           |  |
|--|--|
| GRUPO QUÍMICO                          | TOXICIDAD  |
| Cuaternarios de Amonio                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Producen dermatitis por contacto, irritación nasal y de las manos.</li> <li>▪ Ulceración y quemaduras químicas en piel.</li> </ul>  |
| Fenoles<br>Clorados<br>O<br>Bisfenoles | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ TRICLOSÁN.-Fotosensibilidad, neurotoxicidad y defectos al nacimiento. Uso repetido o prolongado causa enrojecimiento, descamación y sequedad de la piel.</li> <li>▪ HEXACLOROFENO.- La absorción de hexaclorofeno por la piel sana es elevada, (al igual que, en la piel lesionada y mucosas) por lo que la falta de enjuague ocasiona la aparición de niveles tóxicos en la sangre.</li> <li>▪ No debe utilizarse de rutina para el baño del lactante o en prematuros.</li> <li>▪ No usar en embarazadas y durante la lactancia.</li> <li>▪ El fármaco es teratogénico en animales.</li> </ul> |
| Fenoles<br>Halogenados                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mínima toxicidad, desconocida en gatos.</li> <li>▪ Se ha detectado penetración percutánea.</li> </ul>   |
| Yodóforos                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Causan efectos adversos sistémicos, si se utilizan en membranas mucosas, superficies peritoneales y heridas abiertas. (Disfunción tiroidea, acidosis metabólica, hipernatremia y alteración de la función renal).</li> <li>▪ Dermatitis aguda por contacto, quemaduras de tipo químico, si se deja por muchas horas sin retirar el producto.</li> <li>▪ Evitar el uso de yodopovidona en caso de pacientes que toman litio, neonatos, gestantes y en la lactancia (uso regular).</li> </ul>   |
| Alcoholes                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Necrosis tisular en heridas abiertas, debido a la producción de irritación, precipitación de proteínas y formación de coágulos.</li> </ul>  |
| Bisguanidas                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se absorbe poco por la piel, incluso en la lesionada y en neonatos, la mínima que se absorbe, no llega a ser tóxica.</li> <li>▪ No debe aplicarse sobre el SNC, meninges o en el oído medio por su neurotoxicidad y ototoxicidad.</li> <li>▪ Dermatitis por contacto, irritación de la piel y mucosas.</li> <li>▪ En el ojo provoca conjuntivitis y daño corneal.</li> <li>▪ Desórdenes del gusto, coloración de la lengua y los dientes.</li> </ul>  |
| Anilidas                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Absorción percutánea limitada.</li> <li>▪ Si se somete a altas temperaturas se descompone produciendo cloroanilinas que se absorben y producen metahemoglobinemia.</li> </ul>   |
| Sales de Mercurio                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dermatitis por contacto.</li> <li>▪ Prurito</li> <li>▪ Enrojecimiento de la piel.</li> </ul>  |

Cuadro 27. Toxicidad de los principales antisépticos. (3) (35) (42) (46) (48)

Algunas recomendaciones generales para el uso de los antisépticos son:

- Evitar la combinación de dos o más antisépticos.
- Respetar el tiempo de acción y la dilución indicada por el fabricante.
- Hay que guardar los recipientes debidamente cerrados para evitar su contaminación. Nunca se deben tapar los envases utilizando cubiertas de metal, gasas, algodón, corcho o papel. Utilice siempre la tapa original.
- Evitar recipientes de más de 500 ml de capacidad. Utilice siempre que sea posible envase monodosis. En caso de tener que utilizar envases grandes, se recomienda verter previamente en un recipiente pequeño la cantidad de antiséptico que se estime necesario. Desechar el producto del envase pequeño que no se haya utilizado. Los envases opacos mantienen en mejores condiciones las preparaciones de antisépticos. <sup>(42)</sup>
- También se puede aplicar directamente el antiséptico sobre una gasa, evitando el contacto directo de la misma gasa y de la piel con el envase.
- Utilizar productos con número de registro, expedido por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), en base al artículo 6° de las fracciones L.I., decreto por el que se expide la Ley Federal de Sanidad Animal (modificada el 25 de Julio del 2007).

Al aplicar, en nuestro trabajo profesional, los lineamientos referentes a la antisepsia en el personal quirúrgico y en el paciente, disminuyen las complicaciones postquirúrgicas por este rubro. Debemos de respetar al máximo, el reglamento del quirófano, y hacer de la asepsia, una disciplina que nos acompañe, en todos nuestros procedimientos quirúrgicos, y en aquellas labores, profesionales o cotidianas, que la requieran.

## REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Prevención de las infecciones nosocomiales. Guía Práctica. Malta: OMS, 2003.
2. Arreguín NV, Macías JH. Asepsia, uno de los grandes logros del pensamiento. Revista Digital Universitaria [en línea] 1 de agosto de 2012 [Consultada: 2 de agosto de 2012]; 13(8).  
Disponibile en internet: <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num8/art79/index.html>.
3. Slatter D. Tratado de Cirugía en Pequeños Animales. 3<sup>a</sup> ed. Buenos Aires: Inter-Médica, 2006;1.
4. Weese JS. A review of post-operative infections in veterinary orthopaedic surgery. Vet Comp Orthop Traumatol 2008; 21 (2): 99-105.
5. DiCicco M, Neethirajan S, Singh A, Scott WJ. Efficacy of clarithromycin on biofilm formation of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius*. BMC Veterinary Research 2012, 8:225.  
Disponibile en Internet: <http://www.biomedcentral.com/1746-6148/8/225>.
6. Tista OC. Fundamentos de Cirugía en Animales. 2<sup>a</sup> ed. México: Trillas, 2007.
7. Welch FT. Small animal surgery. Chin: Mosby Elsevier, 2007.
8. Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española. España: Espasa- Calpe Libros, 2001.
9. Yool DA. Small Animal Soft Tissue Surgery. Oxfordshire: CABI Publishing, 2012.
10. Norma Oficial Mexicana. Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las infecciones nosocomiales. NOM-045-SSA2-2005. (Noviembre, 20, 2009).

11. Block SS. Disinfection, sterilization, and preservation. 5<sup>a</sup> ed. USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
12. Dusková Markéta et al. Introduction to the Surgery. Textbook for students of Third Faculty of Medicine. Charles University in Prague. Prague, 2009.
13. Gest H. The Discovery of Microorganisms by Robert Hooke and Antoni Van Leeuwenhoek, fellows of the Royal Society. Notes Rec. R. Soc. Lond. 58(2), 187-201. (2004).
14. Karamanou M., Poulakou-Robelakou E., Tzetis M., Androustos G. Anton van Leeuwenhoek (1632-1723): Father of micromorphology and discoverer of spermatozoa. Revista Argentina de Microbiología (2010) 42:311-314.
15. Harris H. Things come to life: Spontaneous Generation Revisited. 1ra ed. USA: Oxford University Press, 2002.
16. Gacto M. The Bicentennial of a forgotten giant: Lazzaro Spallanzani (1729- 1799). Internatl Microbiol (1999) 2: 273-274.
17. Musajo Somma A., Musajo Somma L. Lazzaro Spallanzani, in Transylvania Drive. Bulletin of the Transilvania University of Brasov (2009) 6 (51): 109-114. Series 6. Medical Sciences.
18. Chung, K-T. and C. L. Case. "Semmelweis: A Lesson in Epidemiology." SIM News 47(5):234-237, 1997.
19. Rajani K.S. Louis Pasteur- The Crusader for Truth. Breakthrough (2011),15: No.2:2-11.

20. Fu Kou Tai L. Great Names in the History of Orthopaedics. XIV: Joseph Lister (1827-1912) Part 2. Journal of Orthopaedics, Trauma and Rehabilitation (2011) 15: 29-36.
21. Oyawale FA, Olaoye AE. Design and Construction of an Autoclave. The Pacific Journal of Science and Technology. Volume 8. Number 2. November 2007 (Fall). Pp. 224-230.
22. Moss R. Aseptic Technique. Competency Assessment Module. CCI. USA, 2011.
23. Blair JSG. Famous Figures. Ernst Von Bergmann. Journal of the Royal Army Medical Corps. 2006; 152:108-109. United Kingdom.
24. Tan S Y. William Stewart Halsted (1852–1922): father of American surgery. Singapore Medical Journal 2010; 51(7) : 530-531.
25. Kielan W., Lazarkiewicz B., Grzebieniak Z., Skalski A., Zukrowske P. Jan Mikulicz- Radecki: one of the creators of world surgery . The Keio Journal of Medicine. 2005. 54 (1): 1-7.
26. Acosta-Gnass SI, Stempliuk VA. Manual de esterilización para centros de salud. Washington, D.C.: OPS, 2008.
27. Andrade LR, Peláez RB. El Proceso de esterilización: conceptos básicos. Revista del Club Español de Esterilización. 2007; (1): 4-9.
28. Fernández EAM. Esterilización. Procedimientos relacionados. En: Higiene en el Medio Hospitalario y limpieza de material. España: McGrawhill / Interamericana de España, 2011: 184-203.
29. Palanca Sánchez I (Dir.), Ortiz Valdepeñas J (Coord. Cient.), Elola Somoza J (Dir.), Bernal Sobrino JL (Comit. Redac.), Paniagua Caparrós JL (Comit. Redac.), Grupo de

Expertos. Unidad central de esterilización: estándares y recomendaciones. Madrid: Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad; 2011.

30. Secretaría de Salud. Manual para la prevención y control de infecciones y riesgos profesionales en la práctica estomatológica en la República Mexicana. México (DF): SS, 2003.

31. Ryan KJ, Ray CG. Esterilización, desinfección y control de las infecciones. En: Sherris. Microbiología Médica. México (DF): McGrawhill Interamericana Editores, 2011: 37-48.

32. Rodríguez GDP. Desinfección y Esterilización. En: Apao JD, Luna MN, Macola SO, Del Puerto QC, Rodríguez GDP, Toledo CGJ, Zuazo SJL. Introducción a la Salud Pública. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2004: 107-108.

33. Rodríguez GE. Esterilización en la CEYE (Tesis de Licenciatura) D.F. México: U.A.M., 2004.

34. Rutala WA, Weber DJ, and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities. Centers for Disease Control and Prevention. Atlanta, G.A.: CDC, 2008.

35. Madigan MT, Martinko JM, Parker J. Control del Crecimiento Microbiano. En: Brock. Biología de los Microorganismos. Madrid: Pearson Educación S.A., 2004: 694-695.

36. Risco G, Koga I, Fernández D, Tinoco R, Alvarado A, Villacorta K. El Horno de Microondas en la Esterilización de material de fibra de algodón. Universidad Alas Peruanas. Perú: 2004.

37. Kátia Aparecida da Silva Aquino (2012). Sterilization by Gamma Irradiation, Gamma Radiation, Prof. Feriz Adrovic (Ed.), ISBN: 978-953-51-0316-5, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/gammaradiation/sterilization-by-gamma-irradiation>.
38. Wladyslaw J. Kowalski. Air- treatment systems for controlling Hospital- Acquired Infections. HPAC Engineering. Penton Media, Inc. 2007: 1-11.
39. Agung AJ, Sawyer SM. Control systems challenges in energy efficient portable UV based water sterilizer. Conference publications. American control conference (ACC); 2010 junio 30 - julio 2; Baltimore (Maryland) U.S.A.: American Automatic Control Council (AACC) 2010: 3617-3622.
40. *Comisión INOZ*. Recomendaciones específicas (enfermedad de Creutzfeldt-Jakob). Guía para la gestión del proceso de esterilización. País Vasco: Ed. Osakidetza-Servicio Vasco de Salud; 2004.
41. Mendes GCC, Brandão TRS, Silva CLM. Ethylene oxide sterilization of medical devices: A review. American Journal of Infection Control 2007; 35 (No. 9): 574-581.
42. Sánchez- Saldaña L, Sáenz AE. Antiseptics and desinfectants. Dermatología Peruana 2005; 15 (No. 2):82-103.
43. Canadian Committee on Antibiotic Resistance (2008) Infection Prevention and Control Best Practices for Small Animal Veterinary Clinics. 2008; 1-71.
44. Annis JR, Allen AR. An Atlas of Canine Surgery. U.S.A.: LEA& FEBIGER, 1967.

45. Hutchinson T. Aseptic technique. En: Baines S, Limpscomb V, Hutchinson T, editors. Canine and Feline Surgical Principles. A Foundation Manual. BSVA, 2012: 198-209.
46. Comunidad de Madrid. Consejería de Sanidad y Consumo. Promoción de la calidad. Guía de Buenas prácticas. Prevención y Control de la Infección Nosocomial. España (Madrid):2009: 58-74.
47. Hughey M. Scrub, gown and Glove procedures. Brookside Associates Medical Education Division. U.S.A., 2008.
48. Luna del Villar VJ. Asepsia. En: Jiménez YA, Ibancovich CJA, Tista OC. Fundamentos de Cirugía. Módulo 3. Diplomado a Distancia en Medicina, Cirugía y Zootécnica en Perros y Gatos. México: U.N.A.M., 2009. 43-66.

## GLOSARIO

**ANTISEPSIA** Implica, suprimir o eliminar microorganismos de la piel del paciente (flora normal) y del personal quirúrgico.

**ASEPSIA** Serie de procedimientos y conductas, que conjugados y utilizados, previenen la mayoría de las infecciones durante el acto quirúrgico.

**DESCONTAMINACIÓN** Someter a tratamiento, todo aquello que está contaminado, o que haya sufrido la alteración de su pureza o condición normal.

**DESINFECCIÓN** Reducción de un número considerable de microorganismos patógenos, en estado vegetativo, pero no en estado esporulado, mediante el empleo de elementos químicos, sobre superficies o materiales inertes o inanimados.

**ENFERMEDAD NOSOCOMIAL** Infección contraída por un paciente (internado por una razón distinta de esa infección), personal médico o visitantes, durante la estadía en un hospital o cualquier establecimiento que brinde atención a la salud.

**ESTERILIZACIÓN** Destrucción de microorganismos contaminantes, en estado vegetativo o esporulado, sobre objetos inanimados.

**LIMPIEZA** Retirar, normalmente con agua y jabón, sangre, tierra, exudados u otras sustancias, de distintas superficies y/u objetos, por medio de procesos mecánicos o manuales.