DESINFECCIÓN Y ESTERILIZACIÓN DE EQUIPOS

Myriam Rozo Alvarado *

Introducción

En este artículo nos proponemos presentar a todos los lectores interesados en actividades de limpieza y desinfección de equipos e instrumental quirúrgico, una visión ajustada a la realidad y a la práctica hospitalaria sobre los procedimientos técnicos especializados para mantener condiciones de confiabilidad, eliminando los riesgos de infección en las intervenciones quirúrgicas.

Las esporas bacterianas son los agentes más influyentes y resistentes en la práctica de lavado, desinfección y esterilización. Es allí donde se concentra, en forma prioritaria, cualquier función destinada a garantizar la utilización de equipos e instrumental esterilizados.

Presentamos el proceso adecuado para facilitar la tarea de limpieza y desinfección, con el convencimiento de que su aplicación brindará máximas garantías en la función de asistencia quirúrgica y hospitalaria que los tiempos modernos exigen. Hay que recordar que la evolución de la especie humana marcha a la par con el desarrollo tecnológico y por esa razón los procedimientos van cambiando, hasta alcanzar resultados óptimos y generosos en beneficio de la humanidad.

Es conveniente, además, ajustar el desarrollo tecnológico a los procedimientos utilizados en cada institución asistencial. En este trabajo debe imperar el concurso de mano de obra calificada y capacitada, para obtener logros y metas propuestas. Es importante resaltar que quienes están a cargo o desarrollan procesos de desinfección, limpieza y esterilización reciban en forma periódica la capacitación suficiente para que puedan ejecutar una gestión técnica adecuada. Por ello, el constante conocimiento del manejo de equipos y de elementos utilizados en este campo debe ser una premisa primordial. Los métodos de limpieza, desinfección, esterilización y buen manejo de la asepsia han sido desarrollados para destruir los microorganismos y sus formas vegetativas, formando parte de una serie de procesos dirigidos a eliminar el riesgo de infección.

De otra parte, resulta imperativo tener en cuenta en este tipo de actividades para la limpieza y desinfección de equipos, los diversos procedimientos técnicos diseñados por los fabricantes, tanto de equipos de esterilización como de detergentes y productos destinados a garantizar una absoluta limpieza. Con este artículo confiamos en aportar conocimiento y práctica entre quienes manejan la responsabilidad de la limpieza, desinfección y esterilización de equipos.

Limpieza

Es la remoción mecánica de toda materia extraña en el ambiente, en superficies y objetos. Lo usual en este proceso es usar agua y detergentes. El propósito es disminuir el número de microorganismos a través del arrastre mecánico, pero no asegura la destrucción de estos. Reduce la carga microbiana y protege contra la corrosión.

Los instrumentos pueden preenjuagarse y limpiarse en forma manual o mecánica. El propósito del pre-enjuague es impedir que residuos de sangre y desechos se sequen sobre los instrumentos. Estos se deben colocar en inmersión por un periodo corto o sumergir en detergente entre 10 y 15 minutos, después de la cirugía, con el propósito de bajar la biocarga, que es el número relativo de microorganismos efectivos y sospechosos que se pueden encontrar en un artículo específico o en el medio, en un momento determinado.

* Instrumentadora Quirúrgica, Coordinadora Central de Esterilización, Hospital de San José, Docente Facultad de Instrumentación Quirúrgica, FUCS. Bogotá, Colombia

En el prelavado o limpieza, el instrumental articulado debe estar en posición abierta. Se debe desmontar lo cortopunzante como agujas y hojas de bisturí; se depositan en bandejas adecuadas que los cubran completamente. Como el agua contiene sal y otros minerales, es importante conocer y controlar el contenido de estos mismos.

No se debe mantener agua con más de 350 mg de sal por litro. Sería grave para el instrumental. Con la utilización de filtros adecuados se puede reducir casi en la totalidad la presencia de sales. Esta agua servirá para el prelavado, el lavado y el vapor del autoclave.

Un sistema simple es el lavado del instrumental a máquina, lo cual es una práctica común en países donde la mano de obra es costosa. Es importante seguir las recomendaciones del fabricante. Los detergentes que se utilicen pueden ser básicos, neutros, ácidos y en especial enzimáticos. Las soluciones empleadas en el lavado manual no deben sobrepasar la temperatura ambiental y deben seguirse al pie de la letra las instrucciones de dosificación y el tiempo de inmersión; modificar este proceso (hacer trampa) puede causar corrosión. Si se reutilizan estos productos, las sales y minerales del lavado anterior se acumulan en el líquido y atacan el material.

Cualquier tipo de jabón enzimático debe prepararse cada seis horas, en el cambio de turno. Se lavan con cepillos suaves y a temperatura ambiente (preferiblemente en agua desmineralizada o destilada).

Las máquinas de ultrasonido son muy efectivas y rápidas, siempre que se observen y respeten las siguientes reglas:

- Instrumental en posición abierta.
- No tapar el instrumental.
- No mezclar instrumental con materiales diferentes.
- Seguir las recomendaciones de dosificación del producto.

En el lavado manual es bueno tener en cuenta:

1. El detergente dual proteolítico-enzimático disuelve la sangre, desechos y partículas de la superficie de los instrumentos, lo que incluye además las áreas inaccesibles como los lúmenes.
2. Los agentes enzimáticos se deben diluir según las instrucciones del fabricante.
3. Los detergentes con poca espuma y cerca del pH neutro deben ser compatibles con el suministro de agua de la institución.
4. Utilizar siempre agua destilada o desmineralizada pura y limpia.
5. Utilizar detergente desinfectante no corrosivo (el hipoclorito de sodio es corrosivo). El enjuague con un yodosforo no debe exceder una hora. Es más adecuado un producto fenólico o cuaternario de amonio con inhibidores de corrosión.

Las medidas de protección para las personas que laboran allí son obligatorias y se debe utilizar, entre otros elementos: gafas, tapabocas, gorro, delantal de caucho y guantes de caucho fuertes. Si el lavado no es manual se usarán lavadoras ultrasónicas, máquinas lavadoras de instrumental y pistolas de aire comprimido. El tiempo de inmersión para una buena limpieza es de tres a cinco minutos.

Desinfección

De acuerdo con el uso a que sean destinados, la desinfección suele ser suficiente para algunos instrumentos. Según las recomendaciones de la CDC (*Center for Disease Control and Prevention*) y casi todos los manuales consultados, podemos clasificar el material en tres categorías.

1. Elemento médico CRÍTICO: entra en contacto con el sistema vascular o zonas estériles del organismo, o produce solución de continuidad en la piel y/o mucosas. Requiere esterilización y procedimiento adecuado.
2. Elemento médico SEMICRÍTICO: entra en contacto con mucosas y piel no intacta (p.e. endoscopios). Debe someterse a desinfección de alto grado.
3. Elemento médico NO CRÍTICO: contacto con piel íntegra, es suficiente desinfección.

La desinfección es el proceso de destruir o evitar el crecimiento de microorganismos patógenos en objetos

inanimados. Esto reduce el riesgo de contaminación microbiano, pero no proporciona el mismo nivel de seguridad de la esterilización.

La desinfección puede clasificarse por la efectividad del proceso, es decir, la capacidad de la sustancia para matar microorganismos.

1. Desinfección de nivel alto

Mata toda las bacterias, virus y hongos. El proceso puede destruir esporas si el tiempo de contacto es suficiente y se cumplen otras condiciones. Se utilizará un desinfectante de nivel alto, cuando algún aparato se va a poner en contacto con tejidos intactos del cuerpo. No es necesaria la esterilización.

2. Desinfección de nivel medio

Mata casi todas las bacterias, virus y hongos. El proceso no ataca esporas.

3. Desinfección de nivel bajo

Mata bacterias vegetativas, hongos y los virus menos resistentes.

Para obtener resultados satisfactorios en la desinfección deben cumplirse los requerimientos específicos para cada proceso. El propósito del procedimiento puede determinar el método que se empleará.

Esterilización y desinfección terminales son las que se llevan a cabo para la destrucción de patógenos al final de un procedimiento invasor. El desecho orgánico y la biocarga microbiana se reducen en forma sustancial, de tal forma que los elementos serán de manipulación segura. Puede requerirse una limpieza más profunda antes de que los artículos se preparen y empaqueten para esterilización.

Lo que no debemos hacer en el área de lavado:

- Usar sabra o esponjilla.
- Emplear cepillos de cerdas fuertes.
- Utilizar detergentes fabricados para lavar ropa, platos, etc.
- Lavar con agua caliente.
- Lubricar con aceite.
- Dejar el instrumental en hipoclorito por más de diez minutos.

No olvidar: leer siempre las instrucciones del fabricante de todos los productos que se usen en el área de lavado.

Se deben secar todos los instrumentos lavados para evitar depósitos de cristales donde se pueden adherir esporas, lo cual hace más difícil la esterilización. Si se esteriliza con óxido de etileno el agua forma etilenglicol, compuesto tóxico. En el área de empaque se revisan, clasifican, seleccionan y ordenan los elementos e instrumental de acuerdo con las características de escogencia del proceso o método de esterilización. Establecer límites sobre tamaño y densidad, según las normas para cada uno de los equipos y métodos de esterilización, con base en las siguientes pautas:

- Colocar indicadores e integradores químicos para control del paquete y la carga.
- Empacar de acuerdo con los métodos de sobre u oblongo (manera de doblar tela o papel).
- Rotular el equipo y colocar el indicador químico externo que contenga el nombre del equipo, fecha que se empaca y se esteriliza, día de vencimiento y nombre de la persona que lo empaca.
- Preparar carga homogénea y acomodar de tal forma que ofrezca resistencia mínima a la circulación del agente esterilizante e impida que el aire quede atrapado.
- Organizar la carga en forma horizontal, sin tocar las paredes de la cámara, de manera que los paquetes pesados quedan en la base y los livianos en la superficie.
- Separar un espacio de 7 cm entre el techo de la cámara y los paquetes.
- Registrar en el formato del lote para esterilizar.

Esterilizado

Las esporas bacterianas son los microorganismos más resistentes para soportar los agentes destructores

externos. Para un proceso de esterilización es indispensable tener en cuenta:

- Presencia del agente esterilizante.
- Temperatura requerida.
- Reproducibilidad del proceso de esterilización.
- Registro.
- Garantía de la esterilidad.

El tiempo de esterilización se conoce como ciclo del proceso y abarca:

a) Calentamiento y penetración de la sustancia.

b) Tiempo de muerte, es decir, exposición de la sustancia.

c) Factor de seguridad para la carga.

d) Evacuación o disipación de la sustancia.

Para obtener un perfecto proceso de esterilización se deben tener en cuenta los siguientes controles:

Control de la carga: es la confiabilidad del proceso de esterilización. Se usa integrador químico y debe emplearse en cada carga.

Control del paquete: el contenido del paquete también cuenta en el proceso. Se utilizan indicadores químicos dentro de cada uno.

Control del equipo: mantener siempre el mecanismo de esterilización funcionando en forma correcta. Se utiliza paquete de BOWIE-DICK y los controles de prueba, al comienzo del día.

Control del proceso: controlar mediante la identificación visual. Se utilizan cinta e indicadores externos por fuera de cada paquete.

Control de registro: documentar el resultado del proceso de esterilización y sus controles, mediante sellos, tarjetas y libros de registro, para todos los procesos de los paquetes.

Métodos de esterilización

- **Alta temperatura**: son los que desnaturalizan y coagulan las proteínas.
- **Baja temperatura:** eliminan nuevos organismos por alquilación o producción de radicales hidróxidos libres que atacan la membrana del nuevo organismo.

Para la esterilización en frío o baja temperatura las precauciones son las mismas que para alta temperatura. Se utiliza para aquellos elementos que puedan dañarse con calor elevado, como el peróxido de hidrógeno y el óxido de etileno. Para obtener un excelente resultado se deben tener en cuenta los mismos controles que para alta temperatura.

Los controles biológicos que se están utilizando en cada uno de los diferentes sistemas de esterilización son:

- Para el ciclo de vapor: bacilos estereato termofilus.
- Para el ciclo de óxido de etileno: bacilos subtillus.
- Para el ciclo de peróxido de hidrógeno: bacilo estereato termofilus.

Lecturas recomendadas

- Cartilla: Primer Congreso de Centrales de Esterilización. Bogotá, DC, octubre 12 a 15 de 2000.
- www.webs.ono.com
- Técnicas de quirófano de Berry y Kolm Atkinson. Séptima edición. Editorial Interamericana.
- Coloquios de Esterilización, actualización, Bogotá año 2000.
- Esterilización de productos sanitarios por vapor. Volumen Matachana, Casa Editorial Herat, 1999.
- Resumen de seminarios y educación continuada Jhonson y Jhonson. Asociación de profesionales de centrales de esterilización, 1999.
- Resumen de seminarios y educación continuada Jhonson y Jhonson. Asociación de profesionales de centrales de esterilización, 2001.

ESTERILIZACION Y DESINFECCION

no aprendes lo que te enseñan
sino lo que quieres aprender, pero...

RAFAEL VIGNOLI

INTRODUCCION

Los procesos de esterilización y/o desinfección son diariamente llevados a cabo, no solamente en el laboratorio, donde son fundamentales para evitar la contaminación de medios, cultivos, placas etc., sino también en otros ámbitos tales como los hospitales, donde fallas en estos procedimientos aumentan la morbimortalidad de los pacientes.

Pensemos lo que sucede en los quirófanos donde se deben desinfectar pisos, paredes y techos, esterilizar instrumental quirúrgico e indumentaria del personal, y descontaminar el aire del ambiente.
O en contraposición, lo que sucedería si materiales como catéteres, agujas, jeringas, empleados en maniobras médicas diarias (extracción de sangre, vías venosas, punciones lumbares, toracocentesis, etc.) fueran utilizados aunque fueran con niveles mínimos de contaminación.
Un ejemplo cotidiano donde debe prevalecer el mismo concepto de esterilidad es en la utilización de agujas para la realización de tatuajes (¿conoce alguna enfermedad infecciosa que pueda trasmitirse de esta forma?).

El estudiante de medicina en este momento, debe rápidamente familiarizarse e interiorizarse con ciertos procesos de desinfección y antisepsia como, por Ej.: la cutánea, previa a la administración de un inyectable o durante la cura de una herida, la desinfección de un termómetro clínico o el **lavado de manos**.

Parece **imprescindible** entonces, que el estudiante que se apresta a ingresar a la clínica en breve y que en este momento ya está en contacto con distintas poblaciones bacterianas, debe saber manejar en forma **fluida** la información que le permita discernir cuándo es necesario **desinfectar** o **esterilizar**, y llevar a cabo el proceso correspondiente en forma satisfactoria con el **conocimiento** de los **fundamentos** de lo realizado.

Comencemos por definir algunos términos que utilizaremos:

ESTERILIZACION: es el proceso mediante el cual se alcanza la muerte de todas las formas de vida microbianas, incluyendo bacterias y sus formas esporuladas altamente resistentes, hongos y sus esporos, y virus. Se entiende por muerte, la pérdida irreversible de la capacidad reproductiva del microorganismo. (¿deberían estar incluidos dentro de esta definición la eliminación de estructuras como los priones?)

Se trata de un término absoluto, donde un objeto está estéril o no lo está, sin rangos intermedios.

DESINFECCION: en este proceso se eliminan los agentes patógenos reconocidos, pero no necesariamente todas las formas de vida microbianas.

Es un término relativo, donde existen diversos niveles de desinfección, desde una esterilización química, a una mínima reducción del número de microorganismos contaminantes. Estos procedimientos se aplican únicamente a objetos inanimados.

ANTISEPSIA: es el proceso que por su baja toxicidad, se utiliza para la destrucción de microorganismos presentes sobre la superficie cutáneo-mucosa. Este término tampoco implica la destrucción de todas las formas de vida.

Existen agentes como los alcoholes que son antisépticos y desinfectantes a la vez.

Dado que el tema que se está abordando es: métodos para controlar o destruir distintas poblaciones bacterianas; es necesario saber previamente la cinética de dicha destrucción, es decir de que modo muere una

población, y que parámetros inciden sobre este efecto.

CINETICA DE DESTRUCCION DE LAS POBLACIONES BACTERIANAS

Cuando una población bacteriana es expuesta a un agente letal físico o químico, se produce una **progresiva** reducción del número de sobrevivientes, de modo que la curva que representa el número de sobrevivientes en función del tiempo, tiene forma exponencial decreciente (Fig. 1A).

Si graficamos la curva en una escala semilogarítmica, obtenemos una recta como la de la Fig. 1B. En la misma, la pendiente (negativa) representa la velocidad de muerte de la población. Resulta claro que cuanto mayor sea el valor absoluto de la pendiente, los microorganismos morirán más rápido.

Este comportamiento debe tenerse presente siempre, más aún en las técnicas de esterilización, donde el tiempo de exposición al agente es fundamental para alcanzar el objetivo buscado.
El efecto letal de un agente (por Ej.: el fenol) cambia en relación a las distintas cepas, incluso dentro de una misma especie bacteriana.

Existen además un conjunto de condiciones fundamentalmente ambientales que afectan la cinética de destrucción.
Dentro de estos se encuentran:

1) concentración del agente
2) tiempo de exposición
3) pH del medio
4) temperatura
5) presencia de materiales extraños
6) resistencia propia del microorganismo
7) número inicial de la población

1. Concentración del agente:

Si bien este aspecto varía según el desinfectante y el microorganismo, existe una relación inversamente proporcional entre concentración y tiempo de exposición. A mayores concentraciones de desinfectante, menor es el tiempo de exposición para conseguir el mismo efecto. También se modifica la cinética de muerte, como lo muestra el cambio de forma en la curva de sobrevivientes-tiempo, que se transforma muchas veces de exponencial a altas concentraciones (Fig. 1A) en sigmoide para concentraciones intermedias (Fig. 2).

En estos casos existe un tiempo inicial de muerte muy lento que luego se acelera para volver a decaer al final.

Este factor es tan crítico, que se sabe que concentraciones mínimas de casi cualquier desinfectante no solo no elimina los microorganismos sino que permiten su desarrollo.

2. Tiempo de exposición:

Dada una concentración de desinfectante, existe un tiempo mínimo de acción que hay que respetar para conseguir el efecto buscado. Para dar una idea gráfica de esto, en la Fig. 3 se representa el porcentaje de reducción de la flora bacteriana residente en piel de brazos y manos en función del tiempo, para diferentes antisép-ticos de uso más o menos común.

3. Ph:

Entre otras cosas determina el grado de ionización del agente, siendo en general la forma no disociada la que atraviesa mejor las paredes del microorganismo.

4. Temperatura:

El aumento de la temperatura aumenta el poder bactericida del agente, siempre que no lo desnaturalice. Así para temperaturas bajas, por lo general, por cada 10ºC de incremento de esta, la tasa de mortalidad se duplica.

5. Presencia de materiales extraños:

La presencia de materia orgánica, por ej. mucus, pus, sangre, heces, etc. influyen negativamente en la actividad de muchos desinfectantes, incluso llegando a inactivarlos.

Por lo general forman cubiertas que impiden el contacto microorganismo-desinfectante, o se combinan con el agente formando compuestos inertes o menos activos, etc. Por esto es esencial un buen lavado de la superficie, antes de intentar un proceso de desinfección o esterilización.

Además el lavado y arrastre también disminuye la población de microorganismos sobre la cual actúa el agente contribuyendo a una más rápida destrucción

6. Resistencia innata de los microorganismos:

La eficacia de cada agente depende también de las propiedades características de cada microorganismo contra el cual se lo está aplicando.

Así el tipo de pared, la presencia de esporos, la fase de desarrollo, etc., modifican la resistencia.

Dentro de las formas vegetativas, es el género **Micobacterium** el más resistente. Luego dentro de los Gram (+) se destacan **Staphyilococcus** y **Enterococcus**. Dentro de los Gram(-) **Pseudomona**, **Klebsiella**, **Enterobacter**, y **Serratia** son los más resistentes.
Son estos microorganismos (cocos Gram (+) y bacilos Gram (-), los más frecuentes causantes de epidemias intrahospitalarias debido en **primer lugar** a no practicar el **lavado de manos** tantas veces como sea necesario y en segundo lugar (por lejos) a la mala utilización de desinfectantes y antisépticos.

7) número inicial de la población
Finalmente el número de la población bacteriana inicial es importante, porque a mayor número de microorganismos, mayor deberá ser la concentración del agente y su tiempo de exposición al mismo.

En este punto al igual que en la remoción de materiales extraños, toma fundamental relevancia el lavado de manos, donde por arrastre se consigue una disminución importante de la flora normal transitoria, mejorando así las condiciones de utilización del agente a utilizar.

A continuación iremos viendo progresivamente, el lavado de manos, y la utilización de antisépticos, desinfectantes, hasta llegar finalmente a la esterilización, primero química y luego química y física.

LAS "CRUZADAS" BACTERIANAS

Como se recordará, las bacterias tienen un "aparato locomotor" constituido fundamentalmente por flagelos, que les permiten movilizarse en medios líquidos pero no a través de superficies sólidas o vías aéreas.

Por lo tanto para que estos microorganismos "ávidos de colonización y conquista" puedan trasladarse de un lugar (o una persona) a otro(a) necesitan de un vehículo, de un transportador, de un "vector mecánico". Algunas veces (pero no la mayoría) las gotitas de pflugge cumplen con este cometido.

Sin embargo, a nivel mundial los hospitales universitarios presentan un índice de morbi-mortalidad superior (sobre todo causado por infecciones intrahospitalarias) que los hospitales no universitarios (ver Capítulo Infecciones Intrahospitalarias).

Cuando los estudiantes arriban al hospital, ya sea durante el pasaje por las clínicas, o las guardias; su avidez por tocar, palpar y tactar, unido en ocasiones a la mala distribución de las canillas o lo inapropiado de los jabones y en el peor de los casos a la falta de ejemplo del médico responsable del servicio, se les ofrece a los microorganismos uno de los más efectivos y trágicos "vectores": **nuestras manos.**

De esta forma estos microconquistadores de mil batallas (que muchas veces han adquirido resistencia tanto a desinfectantes como a antibióticos), pueden llegar por intermedio del estudiante, a otros pacientes, que en general presentan distinto grado de inmunocompromiso y nivel mas alto de exposición.

Esto provoca que muchas infecciones oportunistas (por Ej.: las causadas por **P.aeruginosa**) den origen a verdaderas epidemias a nivel intrahospitalario.

Existe una medida **sencilla, rápida y barata** para evitar esta diseminación de microorganismos:
EL LAVADO DE MANOS. Para fundamentar la efectividad de tan simple medida, recordaremos algunos conceptos de flora normal.

Existen dos tipos de flora: la flora residente, compuesta por microorganismos adaptados a cada nicho ecológico en particular, capaz de unirse a los receptores cutáneo-mucosos de la zona, instalarse y multiplicarse en los mismos, permaneciendo allí por largo tiempo y desarrollando una relación de comensalismo o mutualismo con el huésped. No es sobre esta que actúa fundamentalmente el lavado de manos rutinario, ni es la gran responsable de colonizaciones cruzadas dentro del hospital.
La flora transitoria, incluye microorganismos que llegan adheridos a deshechos orgánicos, que se depositan sobre la superficie cutáneo-mucosa pero no están necesariamente adaptados a las condiciones ambientales zonales, no se unen a los receptores, ni son capaces de sobrevivir en el lugar en forma prolongada.

Estos son los principales causantes de dichas infecciones intrahospitalarias y el blanco fundamental del lavado de manos, que por el arrastre del agua y la acción del jabón reduce eficientemente esta flora.

Pero no todos los procedimientos requieren las mismas exigencias con respecto a las técnicas de lavado.

Así para un contacto rutinario como tomar la presión, auscultar, etc. basta con un lavado vigoroso durante 10" con agua y jabón. En otros casos deberá agregarse el uso

de algún antiséptico, como ser:

1. antes de realizar procedimientos invasivos (aunque se utilicen guantes estériles);
2. antes y después del contacto con heridas quirúrgicas o traumáticas;
3. antes del contacto con pacientes especialmente susceptibles (por Ej.: inmunodeprimidos y recién nacidos);
4. luego de entrar en contacto con una fuente contaminada, como puede ser un paciente infectado o sus secreciones;
5. antes y después del contacto con un paciente de CTI;
6. antes de cualquier procedimiento quirúrgico.

TECNICA DEL LAVADO DE MANOS

1. Remoción de alhajas (anillos, pulseras, etc.).

2. Lavado vigoroso con agua y jabón durante 10" y enjuagado con agua corriente. Para un contacto rutinario basta con estos dos pasos. Tras secarse con papel, se cierra la canilla con el mismo.

Para un procedimiento invasio-quirúrgico, se agrega además:

3. Cepillado de uñas (reservorio importante de microorganismos).

4. Cepillado de piel de manos y antebrazos (se remueve así la flora transitoria y parte de la residente).

5. Enjuague abundante con agua corriente (tener precaución con los restos de jabón, que de quedar pueden inactivar los antisépticos).

6. Aplicación de un antiséptico (los más utilizados son: alcohol al 70%, iodóforos, alcohol iodado al 0.5% y Clorohexidina al 4%)

Corresponde ahora ingresar en el estudio de las propiedades de los antisépticos y desinfectantes mas comúnmente utilizados.

AGENTES ANTIMICROBIANOS QUIMICOS (DESINFECTANTES Y ANTISEPTICOS)

INTRODUCCION: los desinfectantes (que los separamos de los antisépticos por no utilizarse en piel y mucosas), también se diferencian de los ATBs.

CLASIFICACION DE LOS DESINFECTANTES

Para este ordenamiento no nos basaremos en su composición química sino en dos criterios diferentes:

1. el rango de actividad y efectividad sobre los microorganismos **(nivel de desinfectante);**

2. según su mecanismo de acción.

Trataremos de jerarquizar el primer punto, ya que en la práctica es el criterio fundamental para escoger un desinfectante.

Antibióticos	**Desinfectantes y Antisépticos**
1) Pueden aplicarse sobre piel, mucosa y el medio interno	1) No pueden utilizarse en el medio interno y los desinfectantes ni siquiera sobre piel o mucosas
2) Tienden a ser selectivos para las células procariotas no actuando sobre eucariotas	2) No poseen selectividad, actuando sobre células procariotas y eucariotas, razón por la cual no pueden usarse sobre el medio interno.
3) Actúan sobre microorganismos en multiplicación activa ya que interfieren con algún paso metabólico.	3) Actúan sobre microorganismos en cualquier estadío metabólico (en multiplicación o no).
4) Se necesitan pequeñas cantidades para obtener el efecto deseado.	4) Se necesitan mayores concentraciones que los ATBs para conseguir el efecto.
5) Actúan específicamente sobre bacterias y no sobre hongos virus u otros microorganismos	5)Son tóxicos para muchos tipos e micro- organismos, por ej.: hongos, virus, etc.

1. NIVEL DE LOS DESINFECTANTES:

Estos son clasificados en tres niveles (alto, mediano y bajo), según la intencidad de su actividad sobre bacterias y esporos, virus (lipídicos y no lipídicos), hongos y sus esporos, etc.

A. Desinfectantes de alto nivel:

Se caracterizan por actuar inclusive sobre los esporos bacterianos (forma más resistentes dentro de los microorganismos), produciendo una esterilización química si el tiempo de acción es el adecuado.

Se utilizan sobre instrumentos médicos o quirúrgicos termosensibles.

Son rápidamente efectivos sobre bacterias no esporuladas. Por lo general el número de esporos en el material a desinfectar es insignificante, por lo que la esterilización es rápida.
Dentro de este grupo se encuentran:

I. Oxido de Etileno
II. Formaldehído al 8% en alcohol 70%
III. Glutaraldehído al 2%
IV. Peróxido de Hidrógeno

Todos estos son desinfectantes estrictos, no pudiéndose usar como antisépticos.

B. Desinfectantes de mediano nivel:

Si bien no destruyen esporos, si lo hacen con gérmenes tipo: **M.tuberculosis**, hongos y virus no lipídicos.

Algunos agentes son:

I. Compuestos clorados (por ej.: hipoclorito de sodio)
II. Compuestos iodados (iodóforos y alcohol iodado)

III. Compuestos fenólicos
IV. Alcoholes
V. Clorohexidina

La mayoría de estos son utilizados como desinfectantes y antisépticos.

C. Desinfectantes de bajo nivel:

Son aquellos que actuando durante un tiempo razonable, no destruyen esporos, ni **Micobacterium**, ni virus no lipídicos por Ej.:

I. Compuestos de Amonio cuaternario
II. Compuestos mercuriales

En la práctica estos compuestos se utilizan para la limpieza doméstica mientras que están prácticamente en desuso en los hospitales y laboratorios debido al empleo de tácticas más agresivas para la desinfección.

La selección del agente o el procedimiento a utilizar depende en gran parte de las características del objeto, y de la probabilidad que tiene éste de producir una infección si es utilizado estando contaminado.
Se clasifican así en elementos **crítico**, **semicrítico** y **no crítico**.

El nivel y tipo de desinfección que deberá lograrse, va a depender de la categoría a la que pertenezca el objeto, su naturaleza y su forma de uso.

Elementos CRITICOS:

Son los que se introducen directamente en el cuerpo, la sangre, o cualquier área del organismo que suele ser estéril; por Ej.: catéteres, agujas hipodérmicas, equipos de hemodiálisis, etc.

Evidentemente existe un altísimo riesgo de producir una infección si estos objetos se encuentran contaminados en el momento de su uso.

El tratamiento para estos elementos deberá ser esterilización, en lo posible por métodos térmicos, radiaciones, o de lo contrario con un desinfectante de alto nivel, por Ej.: óxido de etileno, glutaraldehído, ácido peracético, etc., como sucede con los materiales descartables.

Elementos SEMI CRITICOS:

Están en contacto con las mucosas intactas (que normalmente están colonizadas por la flora normal) pero no la atraviesan. Encontramos en este grupo: termómetros (de uso rectal y oral), fibroscopios, tubos endotraqueales, broncoscopios, etc.

También la esterilización es lo más aconsejable, pero se acepta una desinfección con agentes de alto o mediano nivel, siempre posterior a un cuidadoso lavado con agua y detergente.

Elementos NO CRITICOS:

Se encuentran en contacto con la piel sana pero no con las mucosas. En condiciones normales poseen poca posibilidad de producir infecciones. Sin embargo, pueden funcionar como "vectores mecánicos" que transfieren gérmenes de un paciente a otro, lo que favorece la aparición de infecciones cruzadas, mas graves en el caso de pacientes inmunodeprimidos.

Estetoscopios, máscaras faciales y humidificadores, entre otros, son los objetos que se agrupan aquí.

Se considera suficiente el lavado con agua y detergente, seguido de la aplicación de un desinfectante de mediano nivel.

Teniendo ya una visión global de los agentes químicos, podemos comenzar a describirlos, asociados a su:

2. MECANISMO DE ACCION:

La mayoría de los desinfectantes se los agrupa en tres categorías:

A. los que lesionan la membrana celular;
B. los inactivadores irreversibles de proteínas;
C. los que lesionan los ácidos nucleicos.

No obstante, algunos desinfectantes comparten más de uno de estos mecanismos.

PRINCIPALES AGENTES QUIMICOS

DESINFECTANTES DE ALTO NIVEL:

Por su mecanismo de acción, todos los que veremos aquí actúan modificando en forma irreversible grupos funcionales de proteínas y/o ácidos nucleicos. Entre otros efectos, esto provoca inhibición enzimática, lo que lleva a la muerte celular. Los agentes que predominan en este grupo son los Alquilantes (**Oxido de etileno, formaldehído, glutaraldehído**).

Estos producen la alquilación de proteínas que contengan hidrógenos lábiles, los que se encuentran en los grupos: carboxilo, hidroxilo, sulfhidrilo, amino y fenol de dichas proteínas)

OXIDO DE ETILENO (ETO GAS):

Este gas actúa además de lo dicho, a nivel de los ácidos nucleicos, produciendo mutaciones tanto en bacterias como en tejidos humanos.

Se utiliza ampliamente para la esterilización de instrumentos termolábiles como ser: tubuladuras de polietileno (catéteres, sondas), equipos electrónicos medico-quirúrgicos, materiales biológicos, drogas, etc.

El equipo de esterilización, si bien es similar al autoclave que funciona por gravedad, es más complejo y de manejo dificultoso. Es necesario controlar ciertos parámetros para asegurar un buen resultado. Estos son:

a. Composición del gas: se debe usar mezclas con freón o CO_2 (12% óxido de etileno-88% freón o CO_2) ya que puro es altamente inflamable.

b. Grado de humedad (entre 40 y 80%).

c. Temperatura (de 52 a 58ºC).

d. Tiempo de exposición (entre 3 y 6 hs).

Cada ciclo de esterilización debe ser sometido a controles biológicos con esporos de **B.subtilis**.

PRINCIPALES DESVENTAJAS: Es altamente tóxico, mutagénico y carcinogénico para los tejidos; irrita los ojos y las mucosas.

Por lo tanto, una vez finalizado el ciclo de esterilización, el gas debe evacuarse del equipo y eliminar por arrastre

con aire filtrado los residuos que puedan haber quedado.

GLUTARALDEHIDO:

Se utiliza a temperatura ambiente en solución al 2%.

Es esporicida para tiempos de acción de 6 a 10 hs.

Es el desinfectante más utilizado en la esterilización de equipos de endoscopía y de tratamiento respiratorio ya que no corroe metales y gomas, ni deteriora lentes.

DESVENTAJAS: Es tóxico para piel, mucosas y ojos; también desprende vapores tóxicos para el aparato respiratorio.

FORMALDEHIDO (FORMOL):

Se utiliza en forma gaseosa o líquida. En su estado gaseoso se usa para desinfectar ambientes, muebles y artículos termolábiles. En estado líquido (**formalina**), se obtiene comercialmente en solución al 37%, y se utiliza para conservar tejidos frescos y, para inactivar virus en la preparación de vacunas, ya que interfiere poco en la actividad antigénica microbiana.

DESVENTAJAS: produce vapores altamente irritantes, tóxicos y carcinogénicos, además de tener escaso poder de penetración.

Por todo esto no se utiliza en el laboratorio como un desinfectante común.

Utilizado en concentraciones elevadas (37%) tiene acción esporicida; para la preparación de vacunas se utiliza formalina al 0.2 o 0.4%.

Además de los agentes alquilantes, dentro de este grupo se encuentra el **peróxido de hidrógeno**, que es un agente oxidante.

PEROXIDO DE HIDROGENO:

Además de su mecanismo de acción como agente oxidante (ver más adelante) este compuesto produce la formación de radicales libres hidroxilos, que contribuyen a desestabilizar las moléculas celulares.

Utilizado en solución al 3% es de escasa y breve actividad como antiséptico, ya que es rápidamente inactivado por las enzimas catalasa, tanto de los microorganismos como las tisulares.

En soluciones estabilizadas al 10% actúa como desinfectante de alto nivel. Se utiliza sobre dispositivos medico-quirúrgicos, lentes de contacto de plástico blando, etc.

Otra forma de utilización es en combinación con ácido peracético para esterilizar maquinarias (por Ej.: equipos de pasteurización).
El peróxido de hidrógeno en solución al 30% y luego vaporizado, se utiliza para esterilizar superficies (por Ej.: cabinas de seguridad)

DESINFECTANTES DE MEDIANO NIVEL:

Se destacan los que actúan a nivel de proteínas y ácidos nucleicos (agentes oxidantes) y los que actúan a nivel de la membrana citoplásmica; dentro de estos se encuentran compuestos fenólicos y los alcoholes.

AGENTES OXIDANTES:

Mecanismo de acción: oxidan los grupos sulfhidrilos (SH) a disulfuro (SS), lo que inactiva las enzimas que los poseen. Ya hablamos del peróxido de hidrógeno, aquí hablaremos de los **halógenos**.

HALOGENOS:
Dentro de estos elementos se encuentran el iodo y el cloro.

COMPUESTOS CLORADOS:

Son los desinfectantes de mediano nivel más económicos, efectivos e inocuos para el hombre.

Pueden presentarse como cloro puro, combinado con una sulfonamida (Cloramida T) o en sus formas más utilizadas: Hipoclorito de sodio (en solución acuosa) o de calcio (en tabletas).

El principio activo de todos es el mismo: la liberación de cloro molecular, que en presencia de agua se combina con esta para formar ácido hipocloroso, el cual es un fuerte agente oxidante a pH neutro o ácido.

$$CL_2 + H_2O \text{ --- } HCLO + CL^- + H^-$$

Si bien es de mediano nivel, el hipoclorito tiene una débil acción esporicida. Además es tuberculicida, bactericida para todas las formas vegetativas, destruye los virus envueltos (por Ej.: **HIV**) e incluso algunos desnudos (**HBV**).

La estabilidad de estos productos depende entre otras cosas de:

1. el pH: si bien actúa mejor a pH neutro o ácido,

es más estable a Ph 8;

2. la presencia de materia orgánica: es uno de los desinfectantes de mediano nivel que se inactiva más drásticamente ante la presencia de sustancias como pus, sangre, heces, etc.
3. la exposición a la luz. Las diluciones acuosas se degradan más rápidamente que las soluciones concentradas. Por lo tanto, para conservar productos clorados, es necesario mantenerlos en recipientes opacos, sin materia orgánica, lo más puro posible y a pH 8.

Aun con todas estas precauciones, los productos así preparados deben renovarse al menos una vez al mes.

La concentración de cloro activo se mide en partes por millón (PPM) o gramos por litro (gr/l) de modo que 1000 PPM=1 gr/l o lo que es lo mismo **1PPM = 1 mg/l**.

Las formas comerciales más comunes tienen concentraciones de 40.000 PPM (Agua jane, Sello rojo, etc.) o 5.000 PPM (Electrón).

Según la cantidad de cloro activo y el uso que le vamos a dar, es la dilución que debemos hacer, por Ej: desinfección de:

1.	Chatas, violines, o heridas muy sucias	5.000 PPM
2.	Bocales c/pipetas contaminadas	2.500 PPM
3.	Mamaderas o heridas en general	1.000 PPM
4.	Frutas, verduras, vajilla, ropa blanca	250 PPM
5.	Potabilización del agua	2 PPM

Para hacer la dilución de una solución concentrada de hipoclorito de sodio utilizamos la ecuación **V1 * C1 = V2 * C2**

Ej: se necesita preparar 1 lt. de solución de hipoclorito de sodio que contenga 2.500 PPM de cloro activo para preparar un bocal.

C1= 50.000 PPM
V1= x
C2= 2.500 PPM
V2= 1.000 ml

Entonces tenemos: 40.000 PPM * V1 = 2.500 PPM * 1.000 PPM
despejando V1 = 2.500 PPM * 1.000 ml / 40.000 = 62,5 ml Se deben tomar 50 ml de solución concentrada y agregarle agua has-ta completar 1 lt.

Algunas equivalencias útiles son:

1 cucharada de sopa = 25 ml
1 cucharadita de te = 5 ml
1 gota = 0.05 ml

Precauciones

a) las diluciones en agua tibia actúan más rápida e intensamente que en agua fría, pero se degradan pronto.
b) no es recomendable combinar estas soluciones con detergentes, los cuales pueden inactivarlas (sobre todo los catiónicos). No obstante, es aconsejable limpiar previamente con un detergente las superfi-cies a desinfectar, para eliminar restos orgánicos.

COMPUESTOS DE IODO:

En medicina se los utiliza en soluciones, tinturas o iodóforos, como desinfectantes pero sobre todo como antisépticos.

Usos: preparación pre operatoria, antisepsia quirúrgica de manos, así como también de piel previo a: inyecciones. parto, transfusio-nes, extracción de sangre, etc. Como desinfectante se utiliza so-bre termómetros clínicos, ampollas de dosis múltiples, sobre su-perficies, etc.

Tanto las tinturas (2% de iodo + 2.4% de ioduro de sodio en solu-ción acuosa y alcohol) como las soluciones fuertes (5% de iodo + 10% de ioduro de potasio en solución alcohólica) son inestables en presencia de materia orgánica y calor, manchan la ropa, tiñen piel y mucosas, desencadenan reacciones alérgicas y tienen mal olor; además su uso prolongado corroe metales y altera plásticos.

Por todo esto se prefiere la utilización de **iodóforos** que son me-nos tóxicos e irritantes.

Iodóforos:

Esta forma de desinfectantes esta constituida funcionalmente por tres componentes: un transportador o portador de iodo, el iodo disponible y el iodo libre.

Transportador (carrier): es un solubilizante que actúa como reser-vorio de iodo. Generalmente se utilizan para esto detergentes, de modo de limpiar la piel a la vez de liberar el halógeno. También se utilizan otro tipo de agentes activos de superficie, como com-puestos de amonio cuaternarios, polyvinylpyrrolidona (povidona), etc.

Iodo disponible: es el iodo en solución, generalmente al 1%. Con-forma el reservorio de complejos de iodo, el que liberado en pe-queñas cantidades asegura una concentración constante de iodo li-bre.

No es el iodo que actúa en la destrucción de los microorganismos.

Iodo libre: es el activo, el de acción microbicida, se cuantifica en PPM y es el que le da el nivel de potencia a este desinfectan-tante. Así los iodoforos son capaces de destruir bacterias (in-cluida **M.tuberculosis**), hongos y virus desnudos, no así los no lipídicos (por Ej: Polio y Rotavirus).

Si bien tienen cierta actividad esporicida, el tiempo de exposi-ción debe ser demasiado largo para darle esta utilidad.

Ventajas: (sobre otros compuestos iodados) mayor poder de penetra-ción, mayor tiempo de acción, menor producción de reacciones ad-versas debido a la baja concentración de iodo disponible (1%).

Precauciones: dado que el iodo libre es muy difícil de medir, cuando sea necesario preparar un iodóforo a partir de un compuesto concentrado, se deberá seguir las instrucciones del fabricante es-trictamente, ya que si producimos diluciones mayores o menores a las estipuladas, estaremos disminuyendo la cantidad de iodo libre.

Alcohol iodado (iodo 0.5% en alcohol etílico al 70%)**:** posee un buen nivel antiséptico, se utiliza para preparación quirúrgica de piel, sitios de punción, desinfección de superficies.

Reduce efectivamente la flora cutánea en un minuto.

AGENTES QUE LESIONAN LA MEMBRANA CITOPLASMICA:

Hablaremos aquí de los compuestos fenólicos y los alcoholes, que se integran a los desinfectantes de mediano nivel.

Mecanismo de acción: a nivel general, estos compuestos producen un desordenamiento estructural de la membrana citoplásmica, que in-terfiere con su funcionamiento normal.

Esto provoca la pérdida de pequeños metabolitos del medio intrace-lular y dificulta tanto el transporte activo como el metabolismo energético.

COMPUESTOS FENOLICOS:

Agregan a la acción ya descrita, la activación en forma irreversi-ble de las oxidasas y deshidrogenasas que se encuentran unidas a la membrana.

El fenol (ácido carbólico) como tal, ya no es utilizado más que como patrón para comparar otros desinfectantes. Esto es debido a su alta toxicidad, carcinogenicidad y su poder corrosivo.

La sustitución de uno de los hidrógenos del núcleo fenólico por grupos funcionales tales como alquilo, difenilo, fenil y cloro, disminuye notablemente los efectos adversos y aumenta la actividad antibacteriana de estos compuestos.

La unión de estos fenoles modificados a jabones aumentan aún más su acción, a la vez que los hidrosolubilizan.

Dentro de las sustituciones más utilizadas se encuentran los al-quilo fenoles (**cresoles**) y los compuestos difenílicos (**hexacloro-fenol**).

Los compuestos fenólicos utilizados en las concentraciones adecua-das y con el tiempo suficiente son: bactericidas, virucidas y fun-gicidas; por Ej: el HIV es inactivado por una solución fenólica al 0.5%, mientras que se necesita una solución al 2% para inactivar hongos. Por lo general la concentración utilizada oscila entre 2 y 5%.

CRESOLES:

Se los divide en tres grupos: orto meta y paracresol, aunque suele utilizarse una mezcla de los tres denominada tricresol.

Derivados de la destilación del alquitrán de hulla son mezclados con jabón y se comercializan por Ej.: como Creolina.

Esta se utiliza para desinfección ambiental por Ej.: paredes, pi-sos, etc.

HEXACLOROFENOL:

Es un derivado halogenado con gran acción bactericida, fundamen-talmente sobre bacterias Gram (+), sobre todo estrepto y estafilo-cocos.

Posee acción persistente, hasta el punto que su máxima acción bac-tericida se manifiesta luego de varios días de

uso consecutivo.

ALCOHOLES (ALCOHOL ETILICO):

Se utilizan como desinfectantes y como antiséptico.

Mecanismo de acción: producen precipitación y desnaturalización de proteínas, también lesionan la membrana citoplásmica. La precipi-tación y desnaturalización de proteínas depende de la presencia de: 1) agua y 2) materia orgánica.

1. El alcohol etílico rectificado (95%) provoca gran deshidrata-ción en los microorganismos, de manera que impide su penetra-ción en los mismos. Por lo tanto, las concentraciones más efectivas son las que oscilan entre el 60 y 80% en agua des-tilada, siendo la preparación mas efectiva al 70%.
Concentraciones por debajo del 50% no causan ningún efecto.

2. La materia orgánica inactiva los alcoholes, por lo que se re-comienda limpiar la superficie antes de desinfectar con al-cohol.

Las lesiones en la membrana citoplásmica se deben a que el al-cohol penetra en la región hidrocarbonada, desorganizando la es-tructura lipídica.

El alcohol 70% es rápidamente bactericida sobre las formas vegeta-tivas bacterianas tanto Gram (+) como Gram (-), es tuberculicida, fungicida y viricida, incluyendo a Citomegalovirus (CMV), HIV, y HBV. No actúa sobre esporos.

Principales características:

a. No tiene buena penetración sobre materia orgánica.
b. No esteriliza desinfecta.
c. Se utiliza fundamentalmente para desinfectar materiales semi críticos y no críticos (por Ej: termómetros clínicos, pinzas, limpieza de mesadas, etc.) y antisepsia de piel.

A nivel de piel se utiliza para antisepsia de manos, previo a in-yecciones, punciones venosas, etc.

Los alcoholes se evaporan rápidamente, sin dejar residuos sobre las superficies tratadas. Esto es ventajoso cuando se aplica sobre la piel ya que no mancha ni deja mal olor, pero es inconveniente cuando se aplica a objetos inanimados, ya que no se consiguen largos períodos de contacto entre el desinfectante y el objeto. Para esto deben ponerse los objetos en inmersión en un recipiente tapado.

Para preparar las diluciones (por Ej.: de alcohol 70%) a partir de alcohol rectificado (95%), podemos utilizar la fórmula: C1*V1=C2*V2 de igual manera que para el hipoclorito de sodio. Así para preparar 100 ml de alcohol 70% tenemos:

95% * V1 = 70% * 100ml despejando V1 tenemos:
V1 = 70% * 100ml/ 95% = 73.6ml

A esta cantidad se le agrega agua destilada hasta completar los 100ml.

CLOROHEXIDINA:

Se encuentra dentro de los antisépticos más utilizados a nivel hospitalario.

Se trata de un compuesto fuertemente básico, que en este estado es insoluble en agua y poco soluble en la mayoría de los solventes orgánicos. Para solubilizarla se preparan distintas sales (la más utilizada es el gluconato), donde se obtiene una concentración de clorohexidina de hasta el 20%.
Las preparaciones más utilizadas contienen entre un 0.5 y 4% de producto.

Su pH óptimo de acción se encuentra entre 5.5 y 7.

A pH 5 y 6 actúa fundamentalmente sobre Gram (-), mientras que a pH mayores actúa también sobre Gram (+).

Como el estudiante recordará, la flora normal de la piel está constituida fundamentalmente por microorganismos Gram (+), por lo tanto a pH neutro, la clorohexidina se transforma en un excelente antiséptico cutáneo.

Su espectro es bastante amplio, abarcando bacterias Gram (+) y Gram (-), hongos y levaduras, es bacteriostático (detienen el crecimiento pero no mata) para **M.tuberculosis**, más no tiene actividad sobre esporos.

Mecanismo de acción: Su acción se debería a su unión a grupos negativamente cargados de las moléculas celulares. Esto produciría precipitación de proteínas y ácidos nucleicos, inactivación enzimática y pérdida irreversible del contenido citoplásmico.
La clorohexidina no presenta absorción cutánea significativa, por lo que prácticamente no tiene efectos adversos por esta vía. Ocasionalmente produce sensibilización cutánea a nivel genital, las soluciones

concentradas pueden producir hematurias cuando son utilizadas para lavado vesical; también ototoxicidad y causar irritación de las conjuntivas y otros tejidos sensibles.

PRINCIPALES CARACTERISTICAS:

a. Actúa en forma mas lenta que los alcoholes pero su efecto persiste más tiempo.
b. Tiene efecto acumulativo.
c. Buena acción sobre bacterias Gram (+), Gram (-) y virus.
d. Baja toxicidad e irritabilidad.
e. Sus diluciones mantienen mas que los iodóforos la actividad bactericida.
f. Al 4% es ideal para el lavado quirúrgico de manos y preparación pre-quirúrgica de piel.

Esto último se debe a:

a. actúa rápidamente, reduciendo la flora transitoria en un 99% en 15" y la residente en un 99.9% en 30" (se recomiendan lavados de 2';

b. si bien tiene efecto inmediato con una sola aplicación, presenta efecto acumulativo con el uso regular. De manera que va aumentando su acción bactericida de un lavado de manos a otro;

c. tiene acción persistente: tanto las manos del cirujano como la piel que circunda la cisura debe mantenerse libre de gérmenes durante la intervención.
El sobrecrecimiento de la flora normal en ambas partes es un hecho frecuente, por su gran afinidad por la piel (a la cual se adhiere) la clorohexidina evita esto, manteniendo por varias horas su acción.

Las preparaciones más utilizadas son:

A. **Jabón quirúrgico:** constituido por gluconato de clorohexidina al 4% y se utiliza en: lavado quirúrgico de manos, preparación quirúrgica de piel, antisepsia general de piel, lavado y antisepsia de heridas, preparación de piel para procedimientos invasivos, etc.

B. **Solución alcohólica:** constituida por gluconato de clorohexidina al 0.5% en alcohol etílico al 70%, se utiliza en: antisepsia general de piel, preparación de piel para procedimientos invasivos, etc.

DESINFECTANTES DE BAJO NIVEL: Se encuentran aquí los compuestos de amonio cuaternarios y los compuestos mercuriales.

Este tipo de agentes no deben usarse como antisépticos, ni para desinfectar elementos semicríticos; tampoco deben utilizarse dentro de recipientes (por Ej.: vocales) para desinfectar por inmersión, puesto que muchos microorganismos (por Ej.: **Pseudomona**) son capaces de multiplicarse en estas condiciones; han habido incluso epidemias intrahospitalarias a partir del mal manejo de estos desinfectantes.

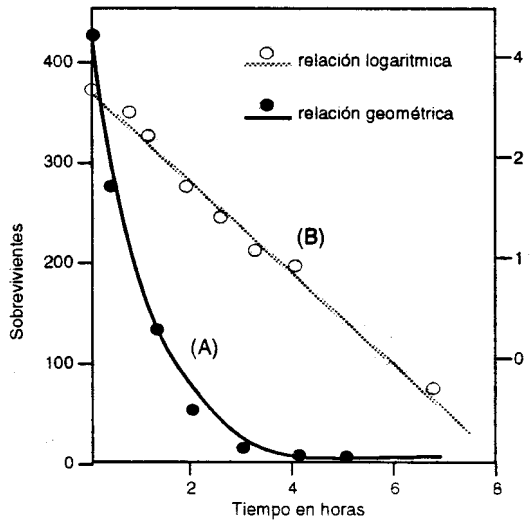


FIG 1: Representación del número de sobrevivientes de una población bacteriana en

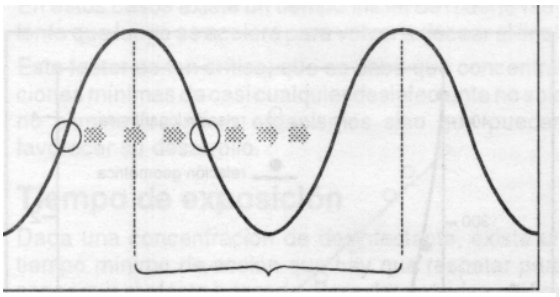


FIG 4: Trayectoria ondulante de un fotón. Lo comprendido dentro de la llave, corresponde a su longitud de onda

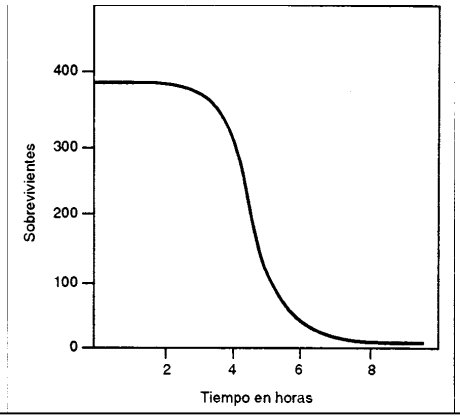


FIG:2 Representación del comportamiento sigmoide de la cinética de destrucción para concentraciones intermedias de desinfectantes

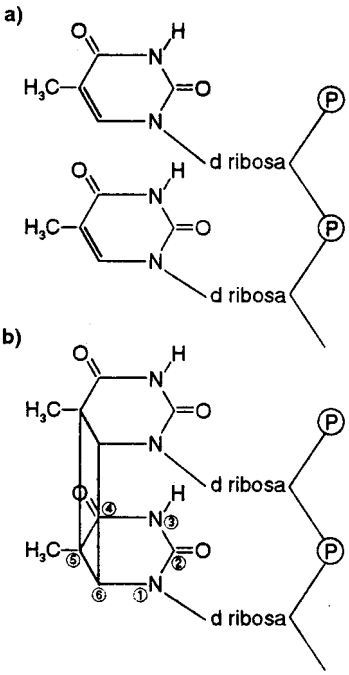


Fig. 5: Estructura de dos moléculas de pirimidina (timina-timina) adyacentes de la misma cadena.
A. Organización normal; B. organización luego de exposición a rayos UV donde se puede ver el ciclo
butano que se forma entre los carbonos 5 y 6 de ambas moléculas.

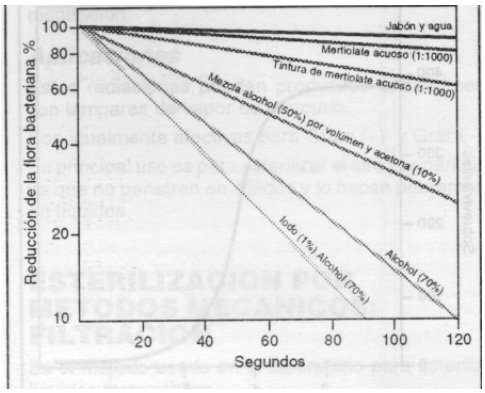


FIG3: Representación del número de sobrevivientes de la flora normal de manos y antebrazos en función del tiempo, para diferentes antisépticos de uso común.

COMPUESTOS DE AMONIO CUATERNARIO: (Ej.: cloruro de benzalconio, Rocal, Zephiran, Tritón k12, etc.) son agentes catiónicos y actúan a nivel de la membrana celular (agentes activos de superficie). Los agentes activos
de superficie son anfipáticos (están constituidos por un sector hidrofóbico y uno hidrofílico). En este caso el residuo hidrofóbico se encuentra balanceado por el residuo hi-drofílico positivamente cargado que constituye el núcleo de amonio cuaternario.

Al ponerse en contacto con la superficie bacteriana, el grupo catiónico se asocia a los grupos fosfato de los fosfolípidos de membrana, liberando al residuo hidrofóbico, que entra en la región hidrófoba de la membrana. Esto altera la semipermeabilidad de la membrana y provoca la salida de compuestos fosforilados.

Una vez ocurrido esto, el agente entra en la célula y desnaturaliza las proteínas.

Poseen un rango de acción que abarca fundamentalmente a bacterias Gram (+).

Las principales aplicaciones se dan para la desinfección de ítems no críticos y desinfección ambiental doméstica.

2. COMPUESTOS MERCURIALES: (Mertiolate, Mercuriocromo, Metafen, etc.). Son bacteriostáticos, necesitando grandes concentraciones para alcanzar efectos bactericidas.

Inhiben la actividad enzimática por unión del mercurio con los grupos sulfhidrilo de las mismas.

Estas sustancias están fuera de uso debido a:

a. Aumento por parte de los microorganismos de la resistencia al mercurio.
b. Poseen efectos tóxicos sobre tejidos y corrosivos sobre metales.
c. Son poco activos al pH de los líquidos corporales.
d. Se inactivan drásticamente con la presencia de materia orgánica.

Corresponde hablar finalmente de las:
TECNICAS DE ESTERILIZACION

Para esto contamos con procedimientos físicos o químicos.

Estos últimos ya han sido vistos al considerar los desinfectantes de alto nivel.

Los procedimientos físicos se dividen en energéticos y mecánicos. Dentro de los primeros se encuentran: **el calor y las radiaciones,** dentro de los segundos, **la filtración**.

A. DESTRUCCION DE MICROORGANISMOS MEDIANTE CALOR:
La energía térmica es la forma mas efectiva de esterilización.
Esta puede utilizarse como calor húmedo o seco.

I. CALOR HUMEDO:

Mecanismo de Acción: Al igual que los procesos de desinfección, la esterilización térmica destruye a los microorganismos en forma gradual; es por esto que no hay un único mecanismo de acción, sino más bien la suma de distintos eventos complejos que se van sucediendo a medida que aumenta la temperatura.

Así, aunque el efecto final de la esterilización por calor húmedo a 121ºC es la desnaturalización y coagulación de las proteínas, son importantes otros mecanismos de destrucción, que justifican la utilización de calor húmedo a temperaturas inferiores, como veremos más adelante.

El primer efecto letal sería la producción de rupturas de cadena única en el ADN que provocarían la muerte celular por activación o liberación de enzimas con actividad de endonucleasas.

El punto crítico aquí, para la supervivencia de la célula sería su capacidad para reparar la lesión, función que depende del estado genético y fisiológico de la bacteria.

A medida que aumenta la temperatura se agregaría la pérdida de la integridad funcional de la membrana citoplásmica, lo que produciría interferencias en el intercambio con el medio externo, los procesos respiratorios y la síntesis proteica.

Por último, las temperaturas más elevadas activarían ribonucleasas que degradando el ARNr producen la pérdida de viabilidad de las células expuestas.

Las temperaturas a la cual puede usarse el calor húmedo son:
Por debajo de 100ºC --- **Pasteurización**
A 100ºC --- **Ebullición y Tindalización**
Por encima de 100ºC --- **Autoclavado**

Pasteurización: se utiliza para la destrucción de gérmenes patógenos, con resistencia térmica similar o inferior a **M.tuberculosis**, **Brucella** y **Salmonella**.

Este no es un método de esterilización sino de desinfección, donde no se destruyen ni esporos ni virus no lipídicos (por Ej.: HAV).

Existen dos métodos de pasteurización: o se calienta a 65ºC durante 30' o a 72ºC durante 15". Luego ambas se enfrían rápidamente a 10ºC.

Esta técnica se utiliza fundamentalmente en la descontaminación de la leche.

Ebullición: consiste en mantener un objeto o sustancia en un baño a 100ºC durante 30'. Aplicado así destruye la mayoría de las formas vegetativas bacterianas, hongos y virus lipídicos (por Ej.: Herpesvirus y HIV). En cambio no es efectivo para la destrucción de esporos y virus no envueltos.

La repetición de este proceso durante tres días consecutivos, constituye la **Tindalización.** Su fundamento teórico está dado por la destrucción de las formas vegetetivas durante los períodos de ebullición, permitiendo que los esporos germinen durante el reposo volviéndose susceptibles al próximo calentamiento. Tampoco aquí se esteriliza.

Autoclavado: utiliza vapor de agua a 121ºC durante 15'o 20'. Esta temperatura se logra si se obtiene una presión de una atmósfera relativa (dos atmósferas absolutas), ya que el aumento de la presión provoca aumentos proporcionales en el punto de ebullición del agua. Es el mecanismo de destrucción microbiana más efectivo, y bien utilizado asegura esterilización. El equipo que se utiliza es el **autoclave**, del cual existen distintos tipos, como ser:

1. Vertical de manejo manual.

2. Que opera por gravedad.

3. De esterilización rápida.

1. AUTOCLAVE VERTICAL DE MANEJO MANUAL: consta de dos recipientes cilíndricos, uno externo con tapa de cierre hermético que se asegura por múltiples tornillos y uno interno donde se pone el material a esterilizar.

El recipiente externo contiene además, una válvula de seguridad, un manómetro o termómetro y una llave de salida o escape.

La fuente de calor puede venir incluida en el equipo, como una resistencia eléctrica o se le suministra aparte, desde abajo, generalmente mediante gas.

Dentro del recipiente externo se coloca agua destilada, la cual al llegar al punto de ebullición producirá el vapor que al entrar en contacto con los microorganismos, actuará como agente esterilizante.

Los materiales se cargan dentro del recipiente interno que al no tener tapa permite una fluida entrada de vapor, pero evita el contacto de estos con el agua.

El aire es mal conductor del calor, lo que impide llegar a las 2 temperaturas necesarias, por lo que una vez cargado y cerrado el autoclave debe purgarse. Esto se consigue dejando la llave de escape abierta hasta que el vapor, por arrastre, elimine el aire contenido en el equipo. Se cierra la llave, se deja que la presión llegue a una atmósfera relativa (15 lbs.) y luego se cuenta el tiempo.

Terminado el ciclo, se apaga la fuente de calor y se deja descender la temperatura.**¡¡¡ No debe abrirse la tapa hasta que la presión del sistema se iguale a la atmosférica !!!**.

Tampoco se debe provocar una liberación brusca del vapor (por Ej.: abriendo la llave de escape) ya que si hay líquidos dentro del autoclave, alcanzarán rápidamente estado de ebullición y se derramarán, debido a que disminuye la presión pero no la temperatura.

2. AUTOCLAVES QUE OPERAN POR GRAVEDAD: son equipos eléctricos, automáticos o manuales. El vapor se produce dentro de una doble pared y se libera desde la parte superior del autoclave, de manera de desplazar por gravedad el aire hacia abajo, y promover su escape por una llave de salida inferior.

Como precaución debe introducirse el vapor lentamente para que no se caliente el aire al salir.

Luego del purgado, las etapas son iguales a las del autoclave vertical.

3. EQUIPOS DE ESTERILIZACION RAPIDA: son automáticos y consiguen un ciclo de esterilización en 20'.

Si bien en sus partes fundamentales son similares a los anteriores, su funcionamiento es diferente. Poseen una bomba de vacío que extrae rápidamente el aire del equipo.

De este modo se reduce la presión; cuando esta llega a 15 o 20 mmHg, se libera el vapor, que en estas condiciones se distribuye en forma homogénea por todo

el espacio en breves minutos.

En estos autoclaves, se puede reducir el tiempo de esterilización a 3' ya que se puede llevar la presión a 3 Atm. absolutas (134ºC).

La descompresión se logra permitiendo el ingreso de aire filtrado y precalentado. Algunos equipos permiten además el secado final mediante vacío y reentrada de aire caliente.
Mediante el autoclavado se pueden esterilizar una gran variedad de objetos y líquidos, siempre que no contengan por Ej.: antibióticos que pueden perder actividad, proteínas que coagulen, azúcares que se caramelicen, etc. Así se esterilizan guantes, telas, algodón, papel, líquidos, filtros, algunos plásticos y gomas, etc.

Los líquidos a esterilizar deben estar fraccionados en frascos cerrados pero con la tapa de rosca floja, de modo que pueda salir el aire y entrar el vapor.

Aquellos materiales que no se encuentren dentro de algún recipiente que los proteja de la recontaminación al sacarlos del autoclave, deberán ser envueltos con una doble capa de papel, de manera de formar pequeños paquetes; entre estos objetos se encuentran: guantes, ropa, placas de Petri, pipetas, tubos de ensayo, etc.

Se debe de tener cuidado de no sobrecargar el autoclave, de manera tal que los paquetes y frascos impidan el flujo libre del vapor.

No se deben esterilizar por este método equipos que resulten corroídos por el agua como instrumentos metálicos. Tampoco polvos o aceites ya que son impermeables al vapor.

II. CALOR SECO:

Mecanismo de acción: Es diferente al del calor húmedo. El calor seco (o desecación en general) provoca desnaturalización de proteínas, lesiones por oxidación y efectos tóxicos por niveles elevados de electrolitos.

La acción letal es el resultado del calor trasmitido desde el material con el cual los microorganismos están en contacto, y no desde el aire caliente que los rodea.

Existen tres formas principales de esterilización por calor seco: **flambeado, incineración** y mediante la utilización del **horno Pasteur**. Hablaremos solamente de esta última.

Para ello se necesita alcanzar mayor tiempo y temperatura que en el autoclave, debiéndose mantener un objeto a 160ºC durante 2hs. El motivo de estos incrementos estarían dados porque la ausencia de agua disminuiría el número de grupos polares de las cadenas peptídicas, lo que daría mayor estabilidad a las moléculas bacterianas, por lo que se requeriría mayor energía para abrirlas.

HORNO PASTEUR O POUPINELL: consiste en un recinto metálico de doble pared con aislante entre ambas (para evitar la pérdida de calor) y una puerta.

La fuente de calor suele ser eléctrica y está incorporada.
Posee un ventilador que facilita la circulación del aire caliente, para homogeneizar la temperatura.

Un termómetro (con alcance mínimo de 200ºC) visible desde afuera, registra la temperatura del interior del recinto.
Por calor seco se pueden esterilizar: materiales de inyectables, vidrios, instrumentos quirúrgicos y objetos metálicos, así como aceites, vaselinas y polvos, que como ya se ha dicho son impermeables al vapor.

Precauciones:

- Colocar paquetes pequeños y espaciados, para no interferir con la difusión del calor.

- La recarga del horno debe hacerse cuando este se encuentre frío, de lo contrario su interior alcanzará la temperatura antes que el material a esterilizar, por lo que se medirá mal el tiempo.

Controles de esterilización: Existen tres tipos: **físicos**

químicos

biológicos

Controles físicos: están relacionados al operario que realiza el procedimiento y la vigilancia de ciertos parámetros como: presión, tiempo, temperatura, etc.

Controles químicos: consiste en tiras de papel con una sustancia que cambia de color al ser expuesto a la temperatura correspondiente. La ventaja de este método, es la rapidez con que se sabe el resultado, ya que es inmediato. La gran desventaja es que dice poco sobre el tiempo de exposición, por lo que no asegura un procedimiento correcto.
Estos controles deben utilizarse en todos los ciclos de esterilización

Controles biológicos: consisten en exponer esporos

bacterianos al ciclo de esterilización y luego verificar su viabilidad.
Son los más seguros. Dentro de una ampolla se encuentra un medio de cultivo apropiado para el desarrollo de las bacterias en estudio. Por fuera de esta, un tubo plástico, contiene una cinta de papel marcador de pH, impregnado con esporos de bacterias capaces de resistir temperaturas cercanas a los procesos realizados.

Se utilizan esporos de **Bacillus estearothermophilus** en el autoclave y de **B.subtilis** en la poupinell.

Este sistema se coloca dentro del paquete menos accesible ya sea para el calor o el vapor. Finalizado el ciclo de esterilización, se rompe la ampolla (por presión manual

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LOS METODOS DE ESTERILIZACION POR AUTOCLAVADO Y POUPINELL

	AUTOCLAVE	**POUPINELL**
Temp. requerida	121ºC	160ºC
Tiempo	15-20'	2 hs.
Mec. de acción	Coagulación y desnaturalización de proteínas.	Desnat. proteica, lesiones por oxidación y toxicidad por producir aumento de electrolitos.
Modo de acción	Por difusión de vapor de agua.	Calentamiento por contigüidad.
Materiales esterilizables	Vidrios, medios de cultivo, gomas, telas, algodón, guantes, algunos plásticos, etc..	Vidrios, instrumentos metálicos, polvos, aceites y vaselinas, etc..
Materiales no esterilizables	Medios con ciertos ATBs, azúcares o proteínas; polvos; vaselinas y aceites; metales oxidables; instrumentos médicos termosensibles como broncoscopio, etc.	Gomas; plásticos; instrumentos .termosensibles; medios con ATBs, azúcares y proteínas; guantes; algodón; papeles.

sobre el tubo) , esto pone en contacto el medio con los esporos) y se incuba en un baño (a 60ºC para **Bacillus estearothermophilus** y a 37ºC para **B.subtilis**) durante más de 48hs. Si existen microorganismos viables, su metabolismo provocará un cambio de pH que hará virar el
color del marcador, revelando el fallo del procedimiento, por lo que deberá volverse a esterilizar todo.
Este tipo de controles debe realizarse periódicamente, o cuando se dude de la efectividad del procedimiento.

B. ESTERILIZACION POR RADIACIONES

Con este fin pueden utilizarse tanto las radiaciones ultravioletas (UV) como las ionizantes y rayos infrarrojos.

Como el estudiante recordará, con respecto a la naturaleza de la luz se acepta una combinación entre la teoría cuántica y la electromagnética. Es decir, que existe una partícula indivisible (denominada cuanto) constituida por un fotón que se desplaza a través del espacio describiendo una trayectoria ondulatoria (fig.4).

La energía de un fotón es inversamente proporcional a la longitud de onda de la radiación, sabiendo que longitud de onda es la distancia que existe entre dos puntos correspondientes de la trayectoria ondulante (Fig. 4). Parte de esta energía es absorbida por los sistemas biológicos cuando estos son expuestos a las radiaciones. La fracción de energía absorbida es directamente proporcional a la

intensidad de la radiación, al tiempo de exposición a la misma y a un coeficiente de absorción que es característico de cada material.

Veremos qué sucede a nivel molecular cuando las radiaciones interactúan con la materia.

Cuando la radiación incidente tiene energía suficiente puede elevar el nivel energético de los electrones, hasta el punto de arrancarlos de su orbital (produciéndose **ionizaciones**).

Si la energía es menor, los electrones aumentan su nivel de energía pero sólo temporalmente, volviendo a su estado inicial luego de un período de tiempo.

Este estado elevado de energía se denomina **estado excitado**. La molécula excitada podrá transferir ese exceso de energía a otras, en forma de energía vibratoria (produciéndose calor); o disiparla en forma de radiación electromagnética.

Debido a la relativamente baja cantidad de energía que son capaces de transmitir los rayos **UV**, sólo afectan a los electrones de los átomos periféricos de las moléculas, produciéndose solo estados de excitación.

Las **radiaciones ionizantes** son las que pueden extraer electrones de sus orbitales.

Los **rayos infrarrojos** sólo pueden provocar energía vibratoria, por lo que sólo generan calor.

Hablaremos a continuación solamente de las **radiaciones UV** ya que son las más utilizadas en **nuestros** laboratorios.

No obstante, el estudiante debe saber que las radiaciones ionizantes son cada vez más utilizadas en los laboratorios como técnicas de esterilización de rutina, ya que los adelantos tecnológicos han simplificado estos equipos y su manipulación. Se utilizan para la esterilización de materiales descartables como jeringas, agujas, materiales para vías, etc.

RADIACIONES UV:

Mecanismo de acción: el principal mecanismo del efecto letal de la luz UV sobre las bacterias, se atribuye a su absorción por el ADN y el resultante daño de este. Así provocan la formación de uniones covalentes entre los residuos de pirimidina adyacentes pertenecientes a la misma cadena, lo que provoca la formación de dímeros de pirimidina de tipo ciclobutano (Fig. 5).

Esto produce distorsiones en la forma del DNA e interfiere en el apareamiento normal de las bases.

El resultado final es la inhibición de la síntesis de ADN y secundario a esto, inhibición del crecimiento y la respiración.

APLICACIONES: estas radiaciones pueden producirse artificialmente con lámparas de vapor de mercurio.

Son igualmente efectivas para Gram (+) y Gram(-).

Su principal uso es para esterilizar el aire y superficies, ya que no penetran en sólidos y lo hacen pobremente en líquidos.

C. ESTERILIZACION POR METODOS MECANICOS:
FILTRACION

Es el método usado en el laboratorio para esterilizar líquidos termolábiles.

Existen distintos tipos de filtros: de asbesto-celulosa, de vidrio, de cerámica y de ésteres de celulosa o membranas. Las membranas están compuestas por ésteres de celulosa biológicamente inertes. Los poros varían desde 0.025μm a 25μm de diámetro, siendo los de 0.22μm los más utilizados ya que son lo suficientemente pequeños para detener a todas las bacterias. Con este método se esterilizan: azúcares, urea, sueros, antibióticos, etc.

Los filtros de membrana también se utilizan en Microbiología para otros propósitos. Dado que son inertes, proporcionan un buen medio para recoger microorganismos, por ejemplo para cultivar bacterias que se encuentran en bajas concentraciones en un gran volumen de líquido. El mecanismo de acción es bastante simple: detienen todas las partículas que posean un tamaño mayor que los poros. En realidad los "poros" quedan formados por los espacios que resultan de la superposisión de las fibras de las distintas capas que forman la membrana. Así, algunas partículas de menor tamaño son retenidas por otros mecanismos como las fuerzas de Van der Waals o por suma de partículas retenidas previamente, etc. por lo cual "el tamaño del poro" es un valor virtual definido por el tamaño de la partícula retenida, más que por un diámetro real y medible.

ALGUNAS RECOMENDACIONES AL FINAL DEL CAPITULO

I. El mecanismo de esterilización más efectivo es el AUTOCLAVADO, siempre que sea posible, este debe ser el procedimiento a elegir.

II. La etapa de purgado debe hacerse a temperaturas moderadas, ya que a altas temperaturas el vapor comienza a salir sin arrastrar al aire, lo que nos lleva a cerrar la llave de escape antes de tiempo.

III. Los materiales que vienen esterilizados de origen y que son de un único uso **NUNCA DEBERAN SER REESTERILIZADOS NI REUSADOS.**

IV. En caso de tener que manejar material contaminado como ser instrumental y ropa luego de un acto quirúrgico, este debe ser manejado con guantes y pasado por un proceso de autoclavado previo a la limpieza de restos orgánicos (con el fin de eliminar todos los microorganismos, salvo los que puedan estar protegidos por elementos como sangre, secreciones, restos necróticos, etc.), luego si, esterilizarlos definitivamente.

Ciclo Decontaminación-Limpieza-Esterilización

V. Cuando se use un antiséptico deberán tenerse algunas precauciones:

- # lavar la región previamente para eliminar restos orgánicos;
- # retirar con abundante agua cualquier residuo de jabón;
- # secar la superficie, ya que se pueden provocar diluciones excesivas del producto (fundamentalmente en el caso de los iodóforos y alcoholes) disminuyendo su actividad;
- # dejarlo actuar un tiempo apropiado, se recomiendan 2' antes de realizar cualquier procedimiento.

VI. Con respecto al uso de jabones: estos deberán quedar en lugares secos ya que de estar sumergidos en agua, pueden transformarse en un reservorio de gérmenes (sobre todo Gram (-).
Las jaboneras deberán lavarse con frecuencia y los recipientes para jabón líquido deberán removerse aproximadamente cada 15 días, tirando el contenido que les quede, limpiándolos y agregándoles soluciones nuevas.

VII. Por último pero no menos importante, la salud de los pacientes y del personal en cualquier servicio médico dependerá en gran parte de la medida en que todos los integrantes del grupo de salud, incluyendo los estudiantes, trabajen siempre medularmente con el criterio de asepsia.

Actividades Prácticas:

PRACTICO Nº1

El estudiante realizará en el autoclave la esterilización del material suministrado. Para esto contará con un equipo que esquemáticamente es así:

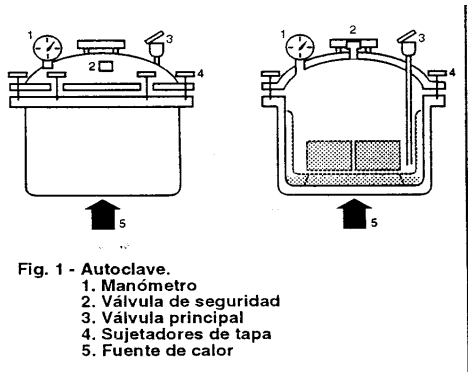


Fig. 1 - Autoclave.
1. Manómetro
2. Válvula de seguridad
3. Válvula principal
4. Sujetadores de tapa
5. Fuente de calor

Fig. 6: Autoclave

Procedimiento:

1. Poner 2.5 lts. de agua destilada en el autoclave.

2. Disponer el material a esterilizar sobre una plataforma evitando amontonamiento. Los frascos deben estar con la tapa floja y las cajas metálicas con la tapa entreabierta.

3. Cerrar y atornillar la tapa del autoclave.

4. Verificar que la llave de salida se encuentre abierta.

5. Encender la fuente térmica para hervir el agua dentro del autoclave.

6. Purgar hasta 5' después que se vea salir por la llave de escape solo vapor.

7. Cerrar la llave.

8. Controlar el aparato de registro que puede ser un manómetro calibrado en grs./cm2 o lbs/sq.in (libras por pulgada cuadrada), o un termómetro en ºC o F. Cuando el aparato registre 1.054 grs./cm2, 15 lbs/sq.in, 121ºC o 249.8F, se empezará a contar el tiempo.

9. Mantener el registro constante durante 15-20 minutos.

10. Apagar la fuente térmica y dejar enfriar sin abrir.

11. Cuando la temperatura o presión haya descendido, abrir la llave de escape de vapor.

12. Abrir el autoclave.

Los materiales salen húmedos por el contacto con el vapor. Aquellos que estén envueltos en papel deberán secarse en la estufa, ya que el papel mojado es muy fácil de romper y el material se contaminaría nuevamente.

PRACTICO No 2:
Desinfección por Hipoclorito de Sodio

Se estudiará el efecto del Hipoclorito de Sodio para la desinfección del agua.

Se parte de 10 ml de agua contaminada con una concentración conocida e importante de **E.coli** (10 UFC/ml).

Se aplica hipoclorito de sodio según las recomendaciones (2 PPM), a partir de una solución madre de 50 PPM.

Luego se realizan cultivos del agua con asa calibrada de 0.05 ml en agar sangre a los 0.5 y 15 minutos de agregado el desinfectante. Se incuban las placas a 37ºC durante 24 hs. y se leen los resultados.

PRACTICO No 3:
Lavado y antisepsia de manos

Se realizarán impresiones de los dedos contaminados en placas de agar sangre. A continuación se procederá a lavar las manos con jabón y a secarlas con aire caliente o toallas de papel. Se efectuarán nuevas impresiones luego del lavado. Por último se aplicará un antiséptico: alcohol 70 dejándolo actuar por 1' y luego secado; se realizan nuevas impresiones en una tercera placa y se incuban las tres, discutiéndose luego de 24 hs. los resultados.

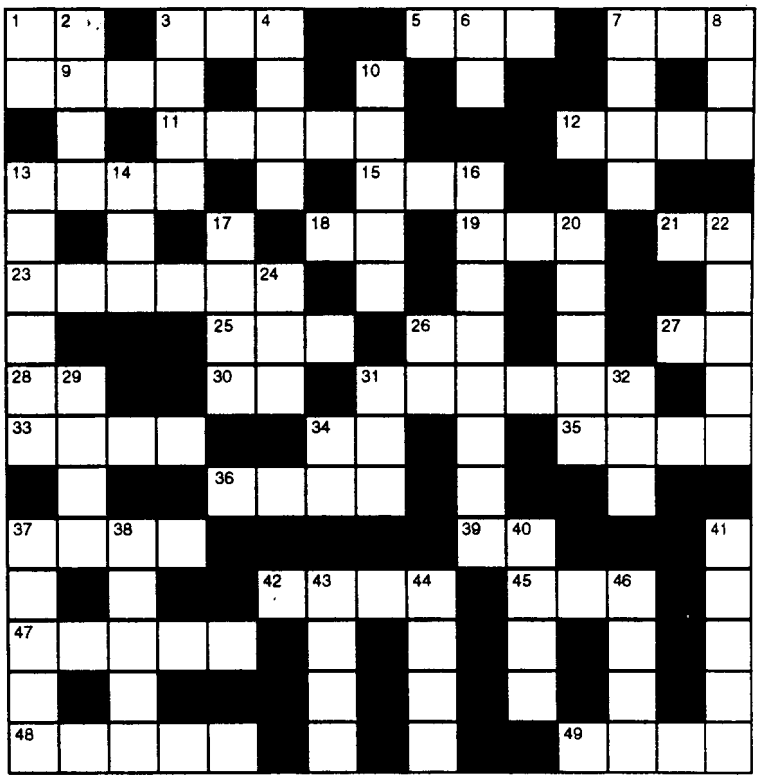
CUESTIGRAMA DESINFECTADO

HORIZONTALES:

1. ¿Utilizaría peróxido de hidrógeno al 3% para provocar una buena descontaminación de una herida?
3. Sustancia que inactiva diversos antisépticos como los compuestos iodados.
5. Unidad de medida de la cantidad de cloro activo en el hipoclorito de sodio.
7. Preparación química de la clorohexidina que la vuelve soluble en agua.
9. Ud. tiene que desinfectar un catéter y tiene distintos tipos de desinfectantes, independientemente del agente que se trate: ¿a que nivel debe pertenecer el mismo?
11. Nombre de desinfectante que pertenece al grupo de los compuestos de amonio cuaternario y que ya prácticamente está en desuso.
12. Luego de haber aumentado la temperatura, ¿a cuantos ºC debe descender por lo menos la misma para realizar el proceso de pasteurización?
13. ¿Como debe estar el horno Pasteur para poder recargarlo?
15. Abreviatura de elemento que debe esterilizarse por filtración, ya que mediante calor puede perder actividad.
18. Radiaciones utilizadas para esterilizar ambientes y superficies.
19. Una de las unidades en que se mide la presión atmosférica (abreviatura).
21. Grupo funcional sobre el que actúan por Ej. los agentes oxidantes (fórmula).
23. Líquido orgánico que debe eliminarse antes de aplicar un antiséptico.
25. Abreviatura de Oxido de etileno.
26. ¿El Glutaraldehido posee acción esporicida?
27. Símbolo de elemento halógeno utilizado como desinfectante de mediano nivel.
28. Símbolo de 47 horizontal.
30. Sulfhidrilo oxidado (fórmula).
31. Acción que no debe hacerse ni de más ni de menos con los iodóforos.
33. Prefijo que se utiliza para diferenciar uno de los cresoles.
34. Dado que los agentes alquilantes son esporicidas ¿son estos los antisépticos ideales?.
35. Forma que tiene la trayectoria de un fotón, cuya longitud es inversamente proporcional a la energía que posee un cuanto.
36. Organos que fácilmente se irritan cuando se exponen por Ej. al Oxido de etileno.
37. Nivel de desinfección del mercuriocromo.
39. ¿La concentración de los desinfectantes, modifica la cinética de destrucción de las poblaciones bacterianas?.
42. Solvente universal, lo que va en el fondo del autoclave, eso que unido al 38 vertical se utiliza para disminuir las infecciones cruzadas, ¿que mas querés que te diga?.
45. Prefijo utilizado para denominar la mezcla de las tres variedades de cresoles.
47. Material con el que están constituidas por lo Gral. las paredes de la poupinell.
48. Dispositivo (en singular) que se esteriliza con glutaraldehído o peróxido de hidrógeno, ya que es termosensible.
49. Art. que puede venir contaminado de un quirófano y que debe ser esterilizado por autoclave antes de volverlo a utilizar.

VERTICALES:

1. Símbolo del elemento que se utiliza con el hipoclorito en solución acuosa.
2. Uno de los aspectos desagradables que tienen las tinturas de iodo.
3. Elemento que por su tamaño impide el pasaje de las bacterias a través de un filtro.
4. Tipo de calor que necesita actuar durante 2hs a 160ºC.
6. Condición ambiental que modifica la acción de los desinfectantes y antisépticos.
7. Tiempo mínimo en horas que debe estar expuesto un objeto al Glutaraldehído para que tenga efecto esporicida.
8. Fenómeno cuya presencia desestabiliza las soluciones de los compuestos clorados.
10. Elemento que permite el escape de vapor y aire del autoclave.
13. Uno de los tres tipos de controles de los procesos de esterilización.
14. Partícula cargada en la que puede transformarse un elemento luego de su exposición a determinado tipo de radiaciones.
16. Género bacteriano utilizado para controlar los procesos de esterilización.
17. ¿Cuántas atmósferas se pueden alcanzar con un equipo de esterilización rápido?.
20. En los controles biológicos, el que aporta los nutrientes y tiene el marcador de pH.
22. Tipo de carbón de donde se obtienen los cresoles.
24. Grupo de enfermedades a las que pertenecen la hepatitis B y el SIDA. (Abreviatura)
26. El peróxido de hidrógeno al 10%, el hipoclorito de sodio y los iodóforos ¿pertenecen por alguna clasificación a un mismo grupo?
29. Medio líquido que debe ser esterilizado mediante filtro.
31. Número de atmósferas absolutas equivalentes a 15 lbs.
32. Uno de los sitios de acción del óxido de etileno (en inglés).
34. ¿Es el iodo disponible el que tiene acción bactericida en los iodóforos?
37. Recipiente con un desinfectante (generalmente hipoclorito de sodio) que se utiliza para descartar material contaminado.
38. Pareja insustituible de 42 horizontal para el lavado de manos.
40. Punto, cosa, elemento por Ej.: crítico, semi crítico, etc.
41. Nombre de la población bacteriana que se intenta reducir mediante el lavado de manos.
43. Objeto que puede esterilizarse en autoclave pero no en horno Pasteur.
44. Mezcla de gases que se utiliza para limpiar los restos tóxicos que quedan sobre los objetos esterilizados con óxido de etileno.
46. Elemento halógeno que se utiliza en diversas preparaciones como desinfectante de mediano nivel.



HOY SE CONSIDERA QUE TODO LO QUE RODEA AL PACIENTE DEBE GOZAR DE EXAUSTIVA HIGIENE PARA PREVENIR INFECCIONES.

COMO PRINCIPIO FUNDAMENTAL PODEMOS DECIR QUE EN TODO LO QUE ESTA LIMPIO Y SECO NO SE DESARROLLAN MO (MICROORGANISMOS) QUE PROVOCAN INFECCCIONES.

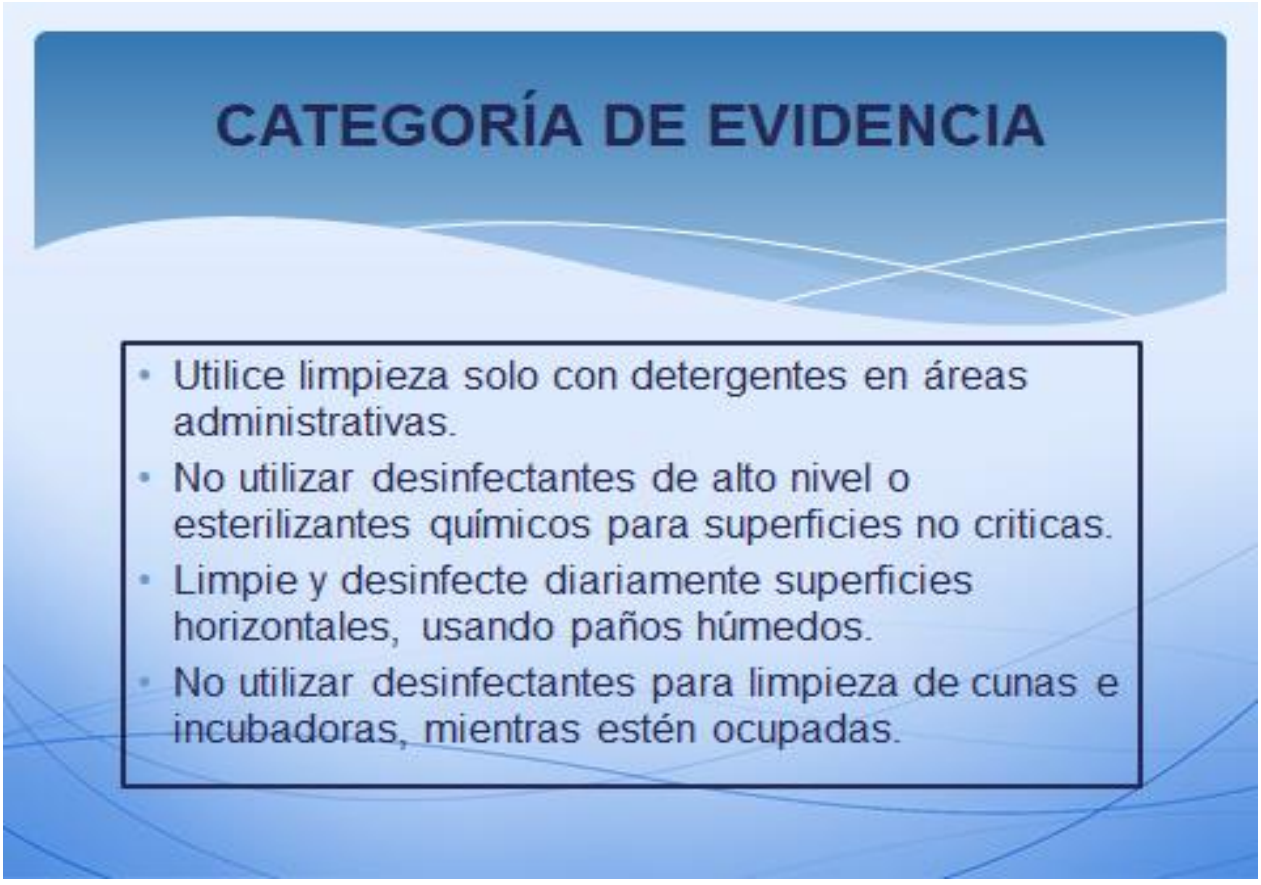
Definiciones

Esterilización: utilización de agentes físicos o químicos, capaces de destruir todo tipo de vida del objeto sometido a esterilización, incluyendo los esporos bacterianos.
Calor seco: estufas, hornos
Calor húmedo: autoclave
Gas: óxido de etileno, peróxido de hidrógeno, ozono

Antisepsia: utilización de sustancias que matan o inhiben el crecimiento de MO y que, por ser relativamente no tóxicas, se pueden aplicar a la piel y/o mucosas. No actúan sobre los esporos bacterianos.
Alcohol etílico al 70% P/V
Cloroxilenol (espadol)
Iodo-povidona al 2%

Suciedad: se denomina de este modo a la materia orgánica y / o inorgánica potencialmente portadora de MO, que llega a las superficies por medio de:
i)contaminación directa por el uso diario, por fluidos de humanos y animales (artrópodos o roedores)
ii)contaminación indirecta por contacto con el aire y el polvo ambientales.

Limpieza: se define como la remoción física de materia orgánica y suciedad de los objetos.



CATEGORÍA DE EVIDENCIA

- Limpie y desinfecte inmediatamente derrames de sangre y materiales potencialmente infecciosos.
- Para limpieza y desinfección de derrames utilice EPP, utilice soluciones de hipocloritos recién diluidos como desinfectante.1000ppm
- Limpie el derrame con un producto absorbente, deseche y posterior desinfecte.

Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LIMPIEZA

Métodos	Ventajas	desventajas
Inspección Visual	Simple	No es una medida confiable acerca de la calidad de la limpieza
Marcadores fluorescentes	Económico requiere mínimo equipamiento	Método cualitativo
Conteo de colonias	Simple detecta presencia de patógenos	Resultados en 48 horas
Bioluminiscencia ATP	Medida cuantitativa de la calidad de la limpieza Rápido	Costos Requiere equipo especial.

VAPOR DE PERÓXIDO DE HIDROGENO (VHP)

- Esporicida, micobactericida y bactericida.
- Al ser gas, aumenta la penetración a áreas inaccesibles.
- Compatible con materiales.
- Baja toxicidad.
- No corrosivo, biodegradable.
- Reduce significativamente la contaminación.
- Se ha demostrado reducción de IAAS.

VAPOR DE PERÓXIDO DE HIDROGENO (VHP)

- **DESVENTAJAS:**
- Solo desinfección terminal.
- Rápida recontaminación.
- Sala debe estar sin pacientes.
- El proceso dura entre 3 a 5 horas.
- Alto costo
- Puede producir daño en los equipos por micro condensación.



LUZ UV

* Equipo que dirige la luz UV a toda la habitación.
* Se detiene en forma automática.
* Reduce 99.9% de UFC en 15 minutos.
* Más efectivo en haz directo.



Rutala,Weber, Gergen ICHE 2010

LUZ UV

* Equipo que dirige la luz UV a toda la habitación.
* Se detiene en forma automática.
* Reduce 99.9% de UFC en 15 minutos.
* Más efectivo en haz directo.

Rutala,Weber, Gergen ICHE 2010



- ÁREA CRITICA O DE ALTO RIESGO
- ÁREA SEMICRITICA O RIESGO INTERMEDIO
- ÁREA NO CRITICA O RIESGO BAJO

AREA CRÍTICA

Áreas donde se realizan procedimientos que implican exposiciones esperadas a sangre, líquidos corporales o tejidos, donde los pacientes por su condición están más expuestos a contraer una infección, y donde se realiza el lavado del material contaminado como son por ejemplo: Urgencias (Consultorios, Observación), Salas de Cirugía, Depósito final de desechos Hospitalarios, Laboratorio de Patología, Sala de Partos, U.C.I. (Adultos, intermedios, pediátrico, neonatal), Salas de Hospitalización (Quirúrgicos-Ortopedia, Medicina Interna, Especialidades, Pediatría, Ginecobstetricia, USM).

En estas áreas se emplea un pequeño barrido con escoba, que está protegida de material motoso, el cual sirva como barrera para no levantar el polvo; el procedimiento básico de limpieza para las paredes es el lavado. Para los pisos el método utilizado es el barrido húmedo.

En estas áreas se emplea un pequeño barrido con escoba, que está protegida de material motoso, el cual sirva como barrera para no levantar el polvo; el procedimiento básico de limpieza para las paredes es el lavado. Para los pisos el método utilizado es el barrido húmedo.

El lavado profundo de las superficies de paredes, pisos, mesones en granito o aluminio debe efectuarse al menos una vez por semana, utilizando cepillo en las ranuras y restregando con jabón; luego de enjuagar se aplica la solución desinfectante. Se recomienda que los elementos de aseo sean de uso exclusivo para estas áreas; las escobas que se utilizan para alcanzar la parte alta de los muros deben tener una marca que las diferencie de las que utilizan para los pisos. Los trapeadores y trapos deben estar empapados de hipoclorito de sodio a 5000 ppm.

En las áreas críticas, donde se presentan derrames de fluidos corporales (sangre, materia fecal, pus, orina, líquido amniótico), se realiza limpieza y desinfección de alto nivel entre un procedimiento y otro, y cada vez que sea necesario. La técnica para la "limpieza de fluidos y secreciones" debe ser segura, lo cual incluye la aplicación de un desinfectante de alto nivel como hipoclorito de sodio a 5000 ppm.

AREA SEMICRITICA

Son las áreas donde se realizan procedimientos que no implican exposiciones rutinarias, pero que pueden implicar exposiciones no planificadas a sangre, líquidos corporales o tejidos, como por ejemplo:

- Consultorios toma de imágenes diagnosticas (RX, TAC, Ecografías.)
- Consulta externa (*en zonas donde se realicen procedimientos que impliquen exposición a fluidos se manejara como área critica)
- Cardiología
- Mantenimiento

El procedimiento requerido es la limpieza y desinfección de nivel intermedio. La limpieza concurrente (diaria) se realiza con trapeador húmedo, utilizando una solución desinfectante de nivel intermedio como el hipoclorito de sodio a 2500. Si en alguna de estas áreas se presenta un derrame de fluidos corporales, la limpieza y desinfección debe ser de alto nivel.

AREA NO CRITICA

Son las áreas que no implican exposiciones a sangre, líquidos corporales o tejidos, estas son:

- Áreas administrativas
- Oficinas
- Áreas sociales

La limpieza está encaminada a conservar la estética y hacer el ambiente adecuado para el descanso. El procedimiento para el aseo es la limpieza y desinfección de bajo nivel. Para la limpieza diaria se puede utilizar agua, jabón, y desinfectante.

Como en general son áreas de gran circulación, lo más importante es la frecuencia de la limpieza. En los depósitos para medicamentos y material limpio y estéril la limpieza debe encaminarse a evitar la acumulación de polvo (salas de urgencias, sala de curaciones sala de parto, puerperio, terapia respiratoria, entre otras). Para lograr esto es necesario tener en cuenta la ubicación del local y el tipo de empaque o contenedor de los diferentes elementos.

Son aquellas donde se realizan procedimientos invasivos, donde los pacientes por su condición están más expuestos a contraer una infección y donde se realiza el lavado de material contaminado	Salas de partos Endoscopia Área de Esterilización Unidades de aislamiento Servicios de urgencias generales y ginecologicas Sala de lactancia Laboratorio clínico y toma de muestras Salas de paz Odontología Lavandería Area procedimientos menores
Áreas semicriticas: En estas áreas los pacientes pueden permanecer largos periodos o pueden estar de manera transitoria, pueden tener contacto con elementos y mobiliario a través de la piel intacta, pueden o no presentarse contacto con fluidos corporales.	Consultorios - Consulta externa Almacenamiento deResiduos Apoyo diagnóstico: Radiologia y ecografías Area de mantenimiento Almacenamiento de Ropa Ascensores Hospitalización medicina interna, quirurgica, pediatríca, ginecobstericia. Pediatría, Servicios de Limpieza y Aseo (Posetas de Aseo) Vacunación Farmacia Apoyo terapeutica (fisioterapia y terapia respiratoria) Servicios de alimentos Área pyd Area de vestieres
Áreas no criticas: En estas áreas las personas están de paso y no tienen contacto con elementos hospitalarios	Áreas administrativas Salas de Espera Dormitorios (vivienda médica). Area de gases medicinales Cafetería Capilla Archivo Auditorio

LIMPIEZA RUTINARIA

No	ACTIVIDAD	DETALLE	RESPONSABLE
1.	INICIA		
2.	Identificar Área	Antes de iniciar el procedimiento de limpieza y desinfección clasifique y defina el tipo de área a tratar (Critica, semicritica y no critica o general)	Auxiliar de Servicios Generales
3.	Utilizar equipos de protección Personal	Antes de iniciar las labores Utilizar equipo de protección personal: Gorro, Tapabocas, guantes.	Auxiliar de Servicios Generales
4.	Limpiar y lavar Paredes y pisos	Frotar paredes y pisos con agua y jabón detergente, realizando el avance desde la zona más limpia a la más sucia. Retirar con agua.	Auxiliar de Servicios Generales
5.	Realizar barrido húmedo	Realizar barrido húmedo con escoba protegida o haragán previamente mojados.	Auxiliar de Servicios Generales
6.	Aplicar solución de hipoclorito de sodio en la concentración adecuada Dejar secar el cuarto o sala	Aplicar Hipoclorito de Sodio en concentración requerida según área utilizando la formula: Cantidad de Hipoclorito a utilizar en mililitros (ml de solución) = $\frac{\text{Volumen en litros a preparar x p.p.m}}{\text{Concentración del producto x 10}}$	Auxiliar de Servicios Generales
7.	Informe al personal de enfermería de la utilización de sala o	Dejar secar el cuarto o sala durante un lapso de 10 minutos	Auxiliar de Servicios Generales

LIMPIEZA TERMINAL

No	ACTIVIDAD	DETALLE	RESPONSABLE
1.	INICIA		
2.	Solicitar la limpieza y desinfección del área	Posterior al egreso del paciente solicitar la limpieza y desinfección del área hospitalaria	Auxiliar de Enfermería
3.	Retirar equipos e instrumentos del área	Retirar los equipos, mesas y demás elementos que obstaculicen la limpieza, los cuales deben estar previamente limpios.	Auxiliar de Enfermería
4.	Identificar el área	Antes de iniciar el procedimiento de limpieza y desinfección clasifique y defina el tipo de área a tratar (Critica, semicritica y no critica o general)	Auxiliar de Servicios Generales
5.	Utilizar equipos de Protección Personal	Antes de iniciar las labores Utilizar equipo de protección personal: Gorro, Tapabocas, guantes, gafas.	Auxiliar de Servicios Generales
6.	Lavar techos, paredes y Pisos	Lavar techos, paredes y pisos, con agua y jabón detergente.	Auxiliar de Servicios Generales

7.	Aplicar solución de hipoclorito de sodio en concentración de 5000 ppm	Aplicar solución de hipoclorito de sodio en concentración de 5000 ppm Cantidad de Hipoclorito a utilizar en mililitros (ml de solución) = Volumen en litros a preparar x p.p.m / Concentración del producto x 10	Auxiliar de Servicios Generales
8.	Dejar secar el cuarto o sala	Dejar Secar el cuarto y sala por un lapso de ___	Auxiliar de Servicios Generales
9.	Lavar nuevamente	Lavar nuevamente la el área con agua y jabón	Auxiliar de Servicios Generales
10.	Nuevamente se aplica solución de hipoclorito de sodio	Aplicar solución de hipoclorito de sodio en concentración de 5000 ppm Cantidad de Hipoclorito a utilizar en mililitros (ml de solución) = Volumen en litros a preparar x p.p.m / Concentración del producto x 10	Auxiliar de Servicios Generales
11.	Dejar secar el cuarto o sala Informe al personal auxiliar de enfermería	Dejar Secar el cuarto y sala por un lapso de 30 minutos	Auxiliar de Servicios Generales

Preparación total en c.c. = $\frac{\text{Lt. de agua x ppm deseadas}}{\text{\% de concentración x 10}}$

Nota: c.c. Centímetros cúbicos; Lt: Litros; ppm: Partes por millón; 10: constante

Tabla No. 2. Preparación del hipoclorito de acuerdo a la concentración y volumen deseados para diluir en un (1) litro de agua.

PRESENTACIÓN COMERCIAL	200 PPM	500 PPM	1.000 PPM	2.000 PPM	5.000 PPM	10.000 PPM
4%	5	13	25	50	125	250
5%	4	10	20	40	100	200
5,25%	4	10	19	38	95	190
6%	3	8	17	33	83	167
7%	3	7	14	29	71	143
10%	2	5	10	20	50	100
13%	2	4	8	15	38	77

Tabla 3. Formula para preparar el hipoclorito de acuerdo con la cantidad necesaria según presentación y concentración deseada.

$$\text{Preparación total en c.c.} = \frac{\text{Lt. de agua} \times \text{ppm deseadas}}{\text{\% de concentración}} \times 10$$

c.c.: centímetros cúbicos
Lt: Litros
ppm: partes por millón
10: es una constante

Concentración y volumen deseados para diluir en un litro de agua				
Presentación comercial	*200 ppm*	*500 ppm*	*1000 ppm*	*5000 ppm*
4 %	*5 cc/L*	*12.5 cc/L*	*25 cc/L*	*125 cc/L*
6 %	*3.3 cc/L*	*8 cc/L*	*17 cc/L*	*83 cc/L*
6.5 %	*3 cc/L*	*8.3 cc/L*	*15 cc/L*	*77 cc/L*
7 %	*2.8 cc/L*	*7 cc/L*	*14 cc/L*	*71 cc/L*
10 %	*2 cc/L*	*5 cc/L*	*10 cc/L*	*50 cc/L*
13 %	*1.5 cc/L*	*4 cc/L*	*8 cc/L*	*40 cc/L*

Métodos de esterilización y desinfección

Curso: Métodos en Fitopatología

24 de abril de 2012

Ing. Agr. MSc. Vivienne Gepp

Objetivo



- Que el estudiante se familiarice con los procesos de desinfección y esterilización comúnmente utilizados en un Laboratorio de Fitopatología.

Definiciones

Esterilización = proceso mediante el cual se matan o eliminan todas las formas de vida microbiana.

→ estéril o no estéril.

Desinfección = eliminar microorganismos patógenos total o parcialmente

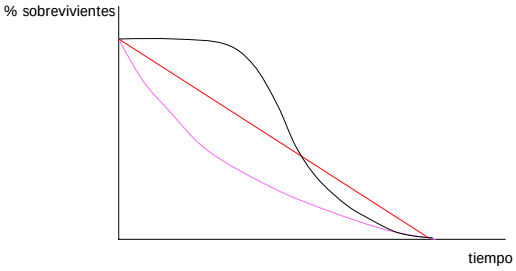
→ niveles de desinfección.

Definiciones



- **Asepsia**
  = exclusión continuada de microorganismos contaminantes.
- Antiséptico
  = sustancia que impide del crecimiento de microorganismos, aplicado a superficies corporales

Muerte de una población microbiana



Métodos de esterilización

- FISICOS:
  - Calor
    - seco
    - húmedo
  - Radiaciones
- MECÁNICOS
  - Filtración
- QUIMICOS
  - Gaseosos
  - No gaseosos

Métodos físicos de esterilización

1. **Calor seco**

Calor seco

1. Fuego directo
2. Hornos

Fuego directo

- Para objetos de metal
- Según el metal: anzas directamente al fuego,
- pinzas, bisturíes, agujas pasar por etanol 96 y flamear
- Ídem portaobjetos, cubres.

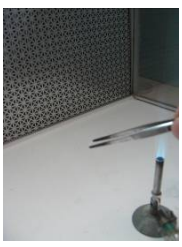
Esterilización directa en la llama

- Ansas



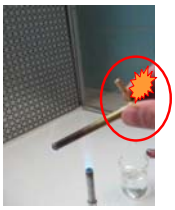

Esterilización directa en la llama





Esterilización directa en la llama





Calor seco - Horno

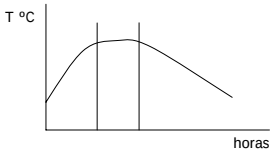
- Actúa oxidando y desnaturalizando las proteínas.
- Solo para materiales resistentes al calor y no inflamables.
- Se utiliza para:
  - vidrios
  - instrumentos quirúrgicos
  - objetos metálicos
  - aceites, vaselinas y polvos

Calor seco





Calor seco



- Temperaturas:
  - 180 ºC ---------- 30 - 60 min.
  - 170 ºC ---------- 60 - 120 min

Calor seco

- Recipientes de metal o envolver en papel (usar temp. menor en este caso)
- Precauciones: vidrio debe estar seco
- No usar para esterilizar vidrio graduado
- Dejar que vuelva a temp. ambiente antes de abrir

Métodos físicos de esterilización

1. Calor seco
2. **Calor húmedo**

Calor húmedo

- Pasteurización: T < 100°C
  - Salmonella
- Ebullición y Tindalización: T = 100°C
  - mayoría de formas vegetativas de hongos, bacterias y virus lipídicos
- Tindalización: T = 100°C x 3 veces
- Autoclavado: T > 100°C

} → estéril

Calor húmedo

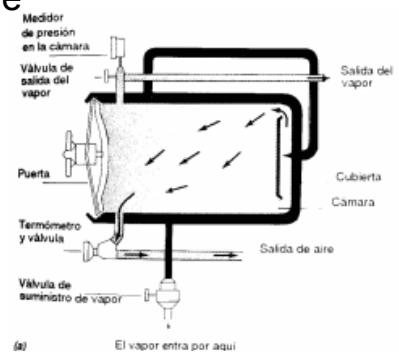
- Con presión: autoclave, olla presión
- Para sustancias estables al calor
  - tener en cuenta combinaciones reactivos a temp altas
- Temperatura – presión – tiempo

Temp.	100	110	115	121	125	130
Tiempo	20 h	2,5 h	51 min.	15 min.	6,4 min.	2,4 min.

Autoclave



Autoclave



Autoclave

Presión (lb/in.)	Temperatura interna (ºC) según % aire eliminado				
	100%	**66%**	**50%**	**33%**	**0%**
5	109	100	94	90	72
10	115	109	105	100	100
15	121	115	112	109	100
25	130	126	124	121	115
30	135	130	128	126	121

Calor húmedo - Autoclave

- ¿cómo optimizar eficacia?
  - eliminar aire,
  - contenidos similares,
  - no apretados, dejar espacios verticales,
- Precauciones:
  - tapas sueltas,
  - recipientes con hasta 1/3 de volumen,
  - vuelta a presión normal lenta.

Autoclave

1. Poner agua (si es necesario)
2. Colocar medios, etc.
3. Cerrar bien tapa
4. Abrir válvula de desagote
5. Encender fuente de calor
6. Desagotar aire
7. Cerrar válvula
8. Vigilar presión, computar tiempo cuando llega a 15 lb
9. Luego de 15 – 20 min. apagar fuego y dejar enfriar
10. Abrir válvula luego de >20 min.

Controles de esterilización

- Existen tres tipos:
  - Físicos
  - Químicos
  - Biológicos

Controles físicos

- Controlan parámetros como:
  - Temperatura
  - Presión
  - Tiempo

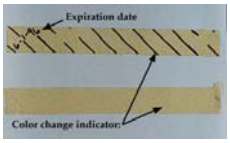




Controles químicos

- Cinta de papel adhesivo indicador de temperatura





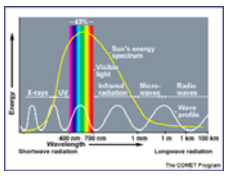
Controles biológicos

- Esporas de *Bacillus estearothermophilus* que se exponen a ciclo de esterilización
  - Más seguro.
- ¿Por qué raramente se usan en Laboratorios de Fitopatología?

Métodos físicos de esterilización

1. Calor seco
2. Calor húmedo
3. **Radiaciones**

Radiaciones



- UV-A : 315-400 nm
- UV-B : 280-315 nm
- UV-C : 100-218 nm
- Gamma



Radiaciones UV

- Mecanismo de acción: se atribuye a absorción por ADN → uniones covalentes entre residuos de pirimidina pertenecientes a la misma cadena → distorsiones del DNA → apareamiento de bases → inhibición de la síntesis de ADN → inhibición del crecimiento y la respiración.
- Igualmente efectivas para Gram(+) y Gram (-).
- Uso principal: esterilizar el aire y superficies
- no penetran en sólidos y pobremente en líquidos.

Radiaciones UV



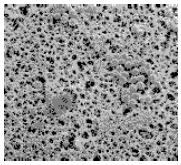
Métodos mecánicos de esterilización

Filtración

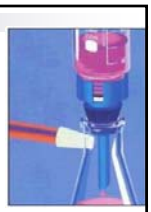
Esterilización por filtrado

- Elimina microorganismos >virus
- Ventaja: no modifica composición
- Para: cantidades pequeñas
- Para: vitaminas, hormonas, antibióticos, etc.





Filtración



- Requiere bomba de vacío
- De diferentes materiales:
  - vidrio: re-usables, se lavan con ácidos
  - fibras de amianto y celulosa: 1 uso, sitios de adsorción
  - membranas de ésteres de celulosa: 1 uso, “poros” de 0,22 µm

Filtración

- Lenta y costosa.
- Se usa sólo para sustancias termolábiles, que no se pueden esterilizar en autoclave.



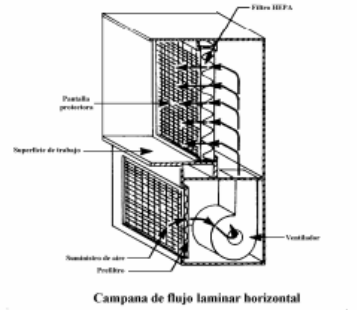


CAMPANAS DE FLUJO LAMINAR





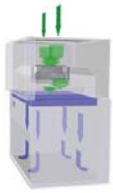
CAMPANAS DE FLUJO LAMINAR

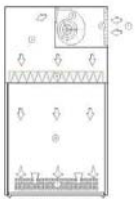


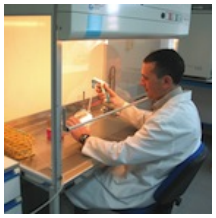
Campana de flujo laminar horizontal



CAMPANAS DE FLUJO LAMINAR







Métodos químicos de esterilización

1. **Esterilización**
2. **Desinfección**

Nivel de desinfectantes

- De alto nivel:
  - Oxido de etileno, formaldehido, etc.
- De mediano nivel:
  - Clorados, iodados, alcoholes, fenólicos, etc.
- De bajo nivel:
  - Compuestos de amonio cuaternario, mercuriales

Esterilización química

- Ventajas: no requiere altas temp ni aparatos costosos
- Desventajas: mayor tiempo, sustancias inflamables y muy tóxicos y alto costo
- Oxido de etileno: muy efectivo pero mutagénico, inflamable en contacto con aire, hierve a 10,8ºC
- Formaldehído (formol): gases altamente irritantes, tóxicos y carcinogénicos.

Desinfectantes de mediano nivel

Agentes oxidantes:

- Clorados
  - se inactiva con materia orgánica
  - se inactiva con luz
  - se inactiva con algunos detergentes
  - renovarse mensualmente los preparados
- Iodados

Desinfectantes de mediano nivel

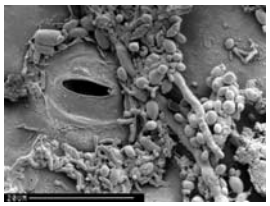
- Alcoholes → desnaturalizan proteinas
- Alcohol etílico rectificado 95% - deshidrata rápidamente y no penetra
- Alcohol etílico 70% - más efectivo
  - Inactivado por materia orgánica
  - Disminuye tensión superficial
  - Se evapora sin dejar residuos

Desinfección superficial

1. De superficies inertes
2. De material vegetal

Desinfección de tejido vegetal





Desinfección superficial

Técnicas comunes en Fitopatología:

- Lavado previo en agua corriente
  - detergente? cepillo?
- Agua corriente 2 o más horas
- Alcohol 70%
- Hipoclorito de sodio:
  - 1% Cloro activo, 2 %, 0,35% etc.
  - minutos
  - enjuague posterior

Desinfección

Selección de técnica(s) según:

- tejido: grosor, consistencia
- hongo a aislar: ej. Oomycetes, *Rhizoctonia*
- dónde pensamos que está el patógeno

Biliografía

- Vignoli, R. Esterilización y desinfección.21p. http://www.higiene.edu.uy/cefa/Libro2002/Cap%2027.pdf
- Laboratorio de Microbiología. Métodos de Esterilización. http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/10_M%C3%A9todos_de_esterilizaci%C3%B3n.pdf





PROTOCOLO DE LIMPIEZA, DESINFECCION Y ESTERILIZACIÓN DEL MATERIAL, EQUIPAMIENTO Y VEHÍCULOS SANITARIOS

www.emergencias.es.org

José Ramón Aguilar Reguero.
061 Málaga. España

LIMPIEZA, DESINFECCION Y ESTERILIZACION

DEL MATERIAL, EQUIPAMIENTO Y VEHÍCULOS

SANITARIOS
(Protocolo de recomendación de uso)

INDICE

INDICE 3
INTRODUCCION 4
CONCEPTOS BASICOS 4
AGENTES QUIMICOS DE USO COMUN 5
ALCOHOLES 6
COMPUESTOS CLORADOS 6
DIETILENTRIAMINA (Instrunet® Polvo) 6
CLORURO DE BENZALCONIO (Armil®) 7
PEROXIDO DE HIDROGENO (Agua Oxigenada) 7
POVIDONA YODADA (Betadine®) 7
DETERGENTES ANIONICOS Y NO IONICOS 7
PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN PARA LOS DIVERSOS MATERIALES Y SUPERFICIES 7
DESINFECCION DEL MATERIAL CONTAMINADO CON VIH 8
BIBLIOGRAFIA 9

INTRODUCCION

Las técnicas de desinfección química aparecieron por primera vez a mediados del siglo pasado, pero la verdadera difusión de los métodos de asepsia y antisepsia no se produjo hasta principios del actual. Desde entonces se han ido descubriendo y utilizando nuevas técnicas de desinfección, tanto físicas como químicas, que sucesivamente han sido sustituidas por otras más potentes, llegándose en la actualidad a disponer de un arsenal de productos y procedimientos del que podemos servirnos en la emergencia.

Nuestra labor diaria por sus especiales características requiere que todos los profesionales del equipo estén familiarizados con las técnicas de limpieza, desinfección y esterilización. En este sentido el presente trabajo tiene la finalidad de servir de revisión en lo que a este campo se refiere, que no por ingrato o árido que pueda parecer es menos importante para la consecución de un buen resultado final en la asistencia al paciente crítico.

CONCEPTOS BASICOS

-**Contaminación**.- Presencia de microorganismos patógenos.

- **Infección. –** Es la colonización de cualquier germen patógeno en el organismo, a consecuencia del cual puede aparecer una enfermedad.

-**Asepsia.-** Ausencia de microorganismos patógenos.

-**Esterilidad**.- Ausencia de cualquier forma de vida, incluyendo las esporas.

-**Esporas**.- Formas celulares de bacterias y hongos que les permiten vivir en circunstancias precarias. Se hallan en un estado de vida latente sin ninguna actividad metabólica, y con un incremento de la resistencia a temperaturas extremas y a los agentes químicos.

-**Germicida**.- Término que define de forma general a todo agente capaz de destruir microorganismos.

-**Bacteriostático**.- agente que inhibe el crecimiento bacteriano sin destruir forzosamente las bacterias.

-**Antiséptico**.- Sustancia que destruye los microorganismos o inhibe su multiplicación y que está indicada para ser aplicada sobre tejidos vivos.

-**Desinfectante**.- Agente que destruye los microorganismos (pero no sus esporas) y que son de aplicación exclusiva sobre objetos inanimados.

-**Limpieza**.- Es el proceso de eliminación de restos orgánicos e inogánicos de una superficie. La suciedad interfiere en cualquier técnica de desinfección y esterilización, de ahí que la limpieza sea una condición previa e inexcusable a dichos procedimientos.

Para desprender los resto s de suciedad se utilizará una sustancia detergente, acompañado de la acción mecánica (cepillado), y se realizará un enjuagado exhaustivo del material. Un secado minucioso favorecerá su conservación.

-**Desinfección.-** Es el proceso de destrucción de microorganismos patógenos de una superficie inanimada, con excepción de las esporas.

La eficacia de la desinfección depende de varios factores:

1) Del tipo de contaminación del material.
2) De la calidad de la limpieza previa.
3) De la concentración del desinfectante.
4) Del tiempo de contacto del material con el desinfectante. (En general se recomienda un tiempo de 10.30 minutos).
5) De la configuración del objeto a desinfectar.

Existen métodos de desinfección tanto físicos como químicos. Los primeros se salen del ámbito de conocimientos necesarios para el trabajo en la emergencia, de ahí que nos centraremos en los segundos, es decir en los desinfectantes. A ellos le dedicaremos el siguiente capítulo.

-**Esterilización.-** Es el proceso de destrucción radical de todos los microorganismos, incluidas sus formas de resistencias (esporas), que puedan existir en la superficie o en el espesor de un objeto cualquiera. La esterilización es más una tendencia a una situación ideal que una realidad, considerándose esterilizado un objeto cuando los agentes vivos se han reducido en él a una millonésima parte.

Al igual que en el caso de la desinfección podemos utilizar métodos físicos y químicos. Los físicos son de realización casi exclusiva de los servicios de esterilización del hospital. Los químicos por su parte pueden ser llevados a cabo directamente por el profesional de la emergencia, gracias al empleo de diversos agente. Estos vendrían a ser los mismos desinfectantes pero a mayor concentración y permitiéndole un tiempo superior de contacto con el material.

En relación al instrumental que deba ser enviado al servicio de esterilización será muy importante observar los protocolos que al respecto tenga el hospital, y que en general hacen referencia a la limpieza previa y al empaquetado.

* * *

En la siguiente tabla se presenta a modo de resumen la capacidad germicida de los diferentes niveles de desinfección y esterilización:

	FORMAS VEGETATIVAS DE BACT. Y VIRUS	MICROBACTE-RIAS (BACILO TBC ①	VIRUS MEDIOS CON LIPIDOS ②	VIRUS PEQUEÑOS SIN LIPIDOS ③	ESPORAS
ESTERILIZACION	+	+	+	+	+
DESINFEC.ALTA	+	+	+	+	-
DESINFEC.MEDIA	+	+	+	+/-	-
DESINFEC.BAJA	+/-	-	+	-	-

+ Destruye los microorganismos.

- No destruye los microorganismos.

① Las micobacterias son más resistentes que otras formas vegetativas bacterianas, lo cual se debe al alto contenido de lípidos de su pared celular. A nivel de laboratorio la micobacteria comúnmente utilizada en los experimentos es la de la TBC.

② Ejemplos de virus medianos con lípidos son el de herpes y la influenza.

③ Ejemplos de virus pequeños sin lípidos son el de la polio y el coxsackie.

* * *

AGENTES QUIMICOS DE USO COMUN

En general todos los agentes químicos pueden ser incluidos bajo el epígrafe de "desinfectantes", ya que en mayor o menor medida serán capaces de producir la muerte de microorganismos.

Las principales condiciones que debe reunir cualquier desinfectante son:

1) Alto poder germicida.
2) Amplio espectro.
3) Gran poder de penetración.

4) Facilidad de aplicación
5) No ser tóxicos.
6) Estabilidad tras disolución.
7) No estropear los materiales sobre los que se aplica.
8) Escaso costo.

A continuación se enumeran los principales agentes químicos de limpieza, desinfección y esterilización así como sus características más sobresalientes.

GLUTARALDEHIDO (Instrunet® Esporicida/30)

Su utilización al 2% en solución tamponada con sales sódicas de fenol hacen de este producto uno de los más potentes desinfectantes, con capacidad para destruir esporas. Es por ello que puede considerársele como un esterilizante químico.

Previamente a su empleo hay que proceder a activar la solución, lo que consiste en alcalinizar el producto hasta un pH de 7.5 – 8.5 El período de estabilidad de esta mezcla es de un mes.

En su utilización como desinfectante puede diluirse la solución activada al 1:16 o 1:30 en agua, en función de sí se sospecha o no la presencia del virus del SIDA o hepatitis B, y dejar dentro el material durante 20 minutos. Si se utiliza como esterilizante no se diluirá, y el material deberá quedar sumergido durante 6 horas y 45 minutos. Nosotros habitualmente realizaremos la dilución 1:16, para lo que mezclaremos los 316.5 ml. De la solución activada con agua hasta un total de 5 litros.

No es corrosivo y mantiene su actividad en presencia de materia orgánica. Puede provocar irritación de la piel en caso de contacto, y de los ojos si la habitación no está bien ventilada.

Existen otras presentaciones del glutaraldehído a distintas concentraciones y en disolución con otros agentes como el formol, y que se utilizan como limpiador y desinfectante simultáneamente (ej.: Instrunet® Superficies).

ALCOHOLES

Como desinfectante se utilizan dos compuestos, el alcohol etílico y el alcohol isopropílico, cuyas propiedades bactericidas han sido subestimadas largo tiempo. Actualmente el alcohol a concentración del 70% se considera un desinfectante intermedio, y por tanto sin capacidad esporicida. A concentraciones superiores se ha comprobado que disminuye su eficacia.

Puede utilizarse en el tratamiento de las superficies externas de diversos equipos (estetoscopios, termómetros,...) si bien no es el desinfectante ideal. Su uso repetido deteriora los plásticos y gomas, sobre todo si los dejamos sumergidos.

COMPUESTOS CLORADOS

El más ampliamente utilizado es el hipoclorito de sodio (lejía doméstica). Su actividad germicida se considera especialmente útil en la limpieza de suelos y paredes de la ambulancia, así como para la camilla y sillas de transporte.

Normalmente se adquiere a concentraciones del 5%, por lo que deberá ser diluida a una proporción de 1:10 con agua para limpiar una superficie manchada por sangre o secreciones, y de 1:25 para realizar la limpieza rutinaria. Por su efecto bactericida sobre el *Mycobacterium tuberculosis* se le considera un desinfectante intermedio.

Como inconvenientes tiene el que se inactiva por materia orgánica, así como su corrosividad, de ahí que no deba utilizarse en la desinfección del instrumental. Además las disoluciones de hipoclorito pierden gradualmente su efectividad, siendo aconsejable realizar una nueva disolución cada vez que se precise su uso.

DIETILENTRIAMINA (Instrunet® Polvo)

Es un agente químico indicado para el lavado manual de material, con capacidad para disolver la materia orgánica. Se comercializa en polvos, que se diluirán en agua caliente (un sobre de 30 gr. En 6 litros) donde se sumergirá el instrumental durante unos minutos. No está indicado en la limpieza de superficies de aluminio.

CLORURO DE BENZALCONIO (Armil®)

Si bien tiene ciertas propiedades bactericidas y fungicidas, posee escasas cualidades como desinfectante. En cambio sus propiedades emulsionantes, detersivas y espumantes le confieren utilidad como detergente, lo que unido a u moderado poder germicida hacen que estos compuestos puedan ser utilizados para el lavado del material y ciertas superficies.

Entre sus inconvenientes destaca el poder oxidativo sobre los materiales y el ser antagonizado por los jabones convencionales, por lo que no deben mezclarse.

PEROXIDO DE HIDROGENO (Agua Oxigenada)

Como desinfectante tiene muy escaso poder, pero gracias a su mecanismo de acción (libera oxígeno molecular al entrar en contacto con la catalasa de los tejidos) posee cierta utilidad en la eliminación de restos orgánicos y de sangre. Posteriormente el material requerirá una desinfección más enérgica.

POVIDONA YODADA (Betadine®)

Es bacteriostático o bactericida dependiendo de la concentración utilizada y destruye las esporas de Clostridium, aunque el M. Tuberculosis es generalmente resistente.

Las soluciones diluidas son poco estables y pierden su actividad antiséptica con rapidez. En condiciones normales no se absorbe, pero su uso repetido puede producir reacciones alérgicas (dermatitis de contacto).

Se usa en desinfección de la piel en zonas de riesgo diluida al 10 %. Se inactiva en presencia de materia orgánica, por lo que es preciso limpieza mecánica previa a la desinfección.

DETERGENTES ANIONICOS Y NO IONICOS

Aunque no poseen acción desinfectante, son excelentes agentes de limpieza gracias a su acción emulsionante y tensioactiva, lo cual hace que arrastren la suciedad. Los jabones convencionales quedarían incluidos en este grupo.

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN PARA LOS DIVERSOS MATERIALES Y SUPERFICIES

Este procedimiento se aplicará después de su utilización en una asistencia.

1.- Pinzas de disección, portaagujas, mosquitos, tijeras y en general todo aquel instrumental que se utilice en curas y suturas, así como los sets de cricotiroidotomía y traqueotomía.- Se realizará un lavado y cepillado enérgico para eliminar restos de sangre y secreciones utilizando cualquiera de los productos indicados para ello. Enjugar y segar con compresas o gasas estériles y empaquetar para su envío a esterilización. En caso de necesidad usaremos el Instrunet® Esporicida sin diluir como esterilizante.

2.- Palas de laringoscopio, válvula de balón de reanimación autohinchable, válvula de respirador, mascarilla de ventilación, tubo corrugado, pinzas de Maguill, termómetro, y en general todo aquello

que entre en contacto con las mucosas del paciente de forma directa o indirecta.- Tras el correspondiente lavado sumergiremos el material en Instrunet® Esporicida en dilución 1:16 durante un mínimo de 20 minutos. El alcohol al 70% puede sernos útil para determinado material como el termómetro, siempre que mantenga un tiempo de contacto de al menos 10 minutos (los estudios realizados al respecto indican que la friega con una torunda empapada en alcohol apenas consigue una desinfección mínima). Las válvulas por su parte deberán ser desmontadas en todas sus piezas previamente.

3.- Tijeras de cortar ropa, linterna y martillo de exploración, fonendoscopio, esfingomanómetro, balón de reanimación autohinchable.- Todo este material que no pasa de contactar con la piel del paciente deberá al menos limpiarse con agua y detergente cada vez que se use o ensucie. Se le puede aplicar posteriormente un desinfectante suave.

4.- Equipos de aspiración.- Los aspiradores portátiles se desmontarán en su totalidad, se aclarará de restos del aspirado con abundante agua y cepillado y se desinfectarán con Instrunet® Superficies, o bien se dejará sumergido en solución de lejía a 1:10 durante 10 minutos. El tubo del aspirador y conexiones se desechará después de cada uso y será sustituido por otras nuevos en su envase original.

5.- Maletines asistenciales.- Tras realizar un servicio nos cercioraremos de que no los hayamos manchado nosotros con restos de sangre o secreciones del paciente. En caso afirmativo, se eliminarán y se desinfectarán con los mismos productos que en el caso anterior. Es imprescindible sacar e su totalidad todo el contenido y limpiar a fondo su interior al menos una vez al mes.

6.- Material de inmovilización.- En primer lugar nos aseguraremos de que no tengan restos de cristales o elementos cortantes como consecuencia de la desincarceración de un accidentado. Posteriormente, y al igual que en el apartado anterior, se eliminarán los restos de sangre y se desinfectarán con cualquiera de los productos citados.

7.- Material electromédico.- En general todo el aparateje eléctrico se limpiará con un paño humedecido en agua y un jabón suave, evitando utilizar productos abrasivos así como cepillos duros, y dejando secar completamente. Se pueden emplear diversos desinfectantes, si bien cada fabricante recomienda el más apropiado para cada aparato en función de las características de la carcasa externa y de los distintos componentes. Para la esterilización existen igualmente recomendaciones específicas según el fabricante, si bien no es de interés dicho proceso en este material, al menos para nuestro trabajo diario. Cuidaremos especialmente limpiar tras cada uso el sensor del pulsioxímetro y las palas del desfibrilador. En el primer caco puede emplearse una gasa humedecida en alcohol, y así evitaremos fallos en la captación. Las palas por su parte deberán quedar totalmente limpias de restos de pasta, siendo suficiente en este caso un paño humedecido en agua.

8.- Superficies de la ambulancia y elementos de movilización de pacientes (camillas, sillas). - Tras la realización de un servicio se limpiará y desinfectará todo aquello que se haya manchado, para lo que el desinfectante ideal es la lejía en dilución con agua a 1:10, así como el Instrunet® Superficies. Semanalmente y de forma rutinaria se limpiará el habitáculo asistencial, independientemente de las asistencias que se hayan realizado en esa semana, retirando los equipos de la ambulancia y haciendo especial insistencia en tiradores de puertas, barras de agarre y zonas arrinconadas. Será suficiente con diluir la lejía doméstica en proporción d e1: 25.

DESINFECCION DEL MATERIAL CONTAMINADO CON VIH

Los estudios más recientes han demostrado que los desinfectantes comúnmente empleados inactivan el VIH y VHB a concentraciones de uso habitual. Por lo tanto no se hace necesaria ninguna medida especial para el tratamiento de superficies e instrumentos contaminados por sangre o fluidos de pacientes sospechosos de ser portadores de los anticuerpos. De cualquier forma utilizaremos siempre los desinfectantes calificados como micobactericidas por ser de mayor potencia.

A este respecto no debemos olvidar adoptar las denominadas "Precauciones Universales", dictadas por los "Centers for Discase Control" (CDC) de Atlanta (EE.UU.), ya que en nuestro trabajo nunca podremos identificar con seguridad qué paciente no está infectado con el virus del SIDA o de la hepatitis B.

* * *

BIBLIOGRAFIA

- Recomendaciones del Servicio de Medicina Preventiva del Hospital "Juan Ramón Jiménez" de Huelva.

- Recomendaciones del Servicio de Medicina Intensiva del Hospital Clínico Universitario de Málaga.

- Recomendaciones del Servicio de Medicina Preventiva e higiene del Hospital Clínico Universitario de Málaga.

- Protocolos sobre Desinfección y Esterilización de la Unidad de cuidados Intensivos del Hospital "Juan Ramón Jiménez de Huelva.

- Rutala W.: "Guideline for selection and use of disinfectants". Am. Journal of Infection Control. 18:99-117.1990.

- Favero Marin S: "Handwashing and hospital environmental control". Am. Journal of Infection Control. 14:110-129.1985

- Alfonso Maestre JA: "Bases y conceptos de esterilización". Sesiones para la Salud. 11:12-15.1995.

- Kvorning S: "Antiseptics and Disinfectants". En "Pharmacology in Medicine: Pinciples and Practice". SP . Pres International INC. 765-770-1986.

- Colección *Nursing Photobook*: "control de las infecciones en enfermería". Ed. Doyma. 1988.

- Piédrola G, Amaro J, Cruzet F: "Saneamiento, Esterilización y Desinfeción". En "Medicina Preventiva y Salud Pública". Ediciones Científicas y Técnicas. 9ª ed. 305-318.1991.

- Brunner L, Suddarth D: "Enfermería Práctica". Ed. Interamericana. 6ª ed. 1989.

- Martín V, Fernández L, Molina S, Andrés-Telles: "Farmacología". 16 edición. Ed. Interamericana – McGraw-Hill.1993

- Ollero M, Pujol E: "La Infección por el VIH en Atención Primaria de Salud". De la Colección de Manuales de la Consejería de Salud. Junta de Andalucía. 1ª ed. 1992.

- Comisión Central de Salud Laboral del INSALUD: " Accidentes biológicos en profesionales Sanitarios". 1995

Capítulo 12
Limpieza, desinfección y esterilización

Syed Sattar

Puntos clave

- La limpieza, desinfección y esterilización son la columna vertebral de la prevención y control de infecciones.
- Una limpieza adecuada es esencial antes de cualquier proceso de desinfección o esterilización.
- Omitir la esterilización o desinfección de dispositivos médicos reutilizables, puede propagar infecciones.
- El tipo y nivel de descontaminación depende de la naturaleza del dispositivo y del uso que se le dará.
- La descontaminación térmica es más segura y efectiva que la descontaminación química.
- La esterilización por vapor solo es efectiva cuando va precedida de una limpieza previa completa, empaque y carga adecuada de la autoclave y monitoreo cuidadoso de la máquina.
- La selección, uso y desecho de desinfectantes químicos debe realizarse de tal forma de minimizar el daño potencial a los seres humanos y el medioambiente.
- Todos los trabajadores que tienen la responsabilidad de procesar artículos contaminados deben contar con la capacitación necesaria y usar vestuario de protección, según se requiera.
- El centro debe contar con procedimientos y políticas claramente redactados, a ser usados en la capacitación del personal y para monitorear su desempeño.

Introducción

La limpieza, desinfección y esterilización son la columna vertebral para prevenir la propagación de infecciones. Pese a esto, muchos centros de atención en salud fallan, ya sea porque no poseen las instalaciones mínimas para una adecuada prevención y control de infecciones (PCI), o porque su personal no está suficientemente capacitado. La siguiente es una revisión crítica de los fundamentos de limpieza, desinfección y esterilización, con particular énfasis en el reprocesamiento de dispositivos médicos reutilizables. En las referencias encontrará más detalles al respecto[1-6].

Limpieza y limpieza previa

Todas las personas que ejercen la responsabilidad de manejar y reprocesar elementos contaminados deben:

- Recibir capacitación adecuada y recapacitaciones periódicas.
- Usar el equipamiento de protección personal adecuado.
- Recibir las vacunas profilácticas necesarias.

Aunque 'limpiar' significa deshacerse de la suciedad visible, la 'limpieza previa' se refiere a la eliminación de fluidos corporales y otros contaminantes antes de la desinfección o esterilización. Una limpieza previa adecuada disminuirá sustantivamente la carga de patógenos y eliminará residuos orgánicos e inorgánicos a fin de facilitar el reprocesamiento. *Este paso, realizado de manera concienzuda, es vital para que la desinfección y esterilización sean exitosas.*

Para que sean efectivos, los procesos de limpieza y limpieza previa de dispositivos suelen requerir de la utilización de químicos, que se combinan con la acción mecánica y el calor. Puede realizarse manualmente y/o con maquinarias. El equipamiento utilizado debe revisarse y mantenerse periódicamente.

Los objetos reutilizables deben ser desensamblados de manera segura y limpiados tan pronto como sea posible después de su uso, para así evitar que los contaminantes se sequen. La limpieza previa manual requiere de detergentes o enzimas -cuya acción se combina con la fricción necesaria para aplicarlos (refriega, cepillado, enjuague)- para retirar la suciedad tanto exterior como interior de los elementos en reprocesamiento. Después de la

limpieza o desinfección los objetos deben ser enjuagados meticulosamente para así eliminar cualquier residuo químico: la etapa siguiente es el secado. *Todos los objetos reprocesados deben almacenarse adecuadamente para prevenir que se dañen o recontaminen.*

La clasificación de Spaulding

En 1968 y basándose en su potencial para propagar infecciones, Spaulding clasificó los dispositivos médicos y quirúrgicos en críticos, semi-críticos y no críticos.

Los **elementos críticos** suelen definirse como aquellos que entran en contacto con tejido estéril, el sistema vascular o equipamientos a través de los cuales fluye sangre; por ejemplo: instrumental quirúrgico y catéteres vasculares. *Estos elementos deben ser sometidos a una limpieza previa adecuada y segura, y luego esterilizados, antes de su siguiente uso.*

Los **elementos semi-críticos** entran en contacto con membranas mucosas intactas o con piel no intacta; por ejemplo, un endoscopio de fibra óptica flexible, sondas vaginales y equipamientos para terapia respiratoria. *Estos elementos requieren de una limpieza previa adecuada y, como mínimo, desinfección de alto nivel antes de su siguiente uso.*

Los **elementos no críticos** (como mangas para la toma de presión y estetoscopios), que solo entran en contacto con piel intacta, presentan un bajo riesgo de propagar infecciones, excepto mediante la transferencia de patógenos a las manos del personal de atención en salud. *El aseo habitual de estos elementos y su limpieza con un paño humedecido en un detergente neutro o una solución al 70% (volumen/volumen) de etanol en agua, suele ser suficiente.* Las chatas y orinales reutilizables, que también son elementos no críticos, requieren de una limpieza, lavado y desinfección más vigorosos, especialmente cuando se sospecha una contaminación con, por ejemplo, *Enterococcus* resistente a vancomicina o *Clostridium difficile*[7].

M La mayoría de las superficies ambientales en las habitaciones de pacientes y en un centro de atención en salud son consideradas elementos no críticos y no requieren de desinfección de rutina. Sin embargo, las superficies de alto contacto, particularmente las que se encuentran en el entorno inmediato del paciente, sí requieren de descontaminación

periódica, a fin de impedir la transferencia de patógenos a las manos. *De momento no hay pautas de consenso acerca de si es necesario, cuándo, cómo y con qué frecuencia descontaminar estas superficies*[8].

Aún cuando la clasificación de Spaulding sigue siendo útil, es necesario realizar algunos ajustes para adaptarla a las condiciones actuales. Los priones y su inusual resistencia a muchos agentes físicos y químicos, así como el surgimiento de *Clostridium difficile* formadora de esporas como un patógeno asociado a la atención en salud, son elementos que están forzando una reevaluación de los sistemas de reprocesamiento de dispositivos médicos. Los dispositivos contaminados con priones requieren de la aplicación de protocolos de esterilización mucho más allá de lo necesario habitualmente[9]. Algunos desinfectantes de uso habitual para reprocesar endoscopios gastrointestinales, como el gluteraldehído, requieren de un período de contacto prolongado para eliminar las esporas de *C. difficile*. Los dispositivos sensibles al calor, como endoscopios de fibra óptica flexible, se usan cada vez más para operaciones en que se rompe deliberadamente la integridad de la membrana mucosa; procedimiento que diluye la distinción entre dispositivos 'críticos' y 'semi-críticos'.

Reprocesamiento de dispositivos médicos

Desinfección

'Desinfectar' significa reducir el número de patógenos en una superficie u objeto inanimado mediante el uso de calor, químicos o ambos. La mayoría de los procedimientos de desinfección logran muy poca actividad contra esporas bacteriológicas; cualquier reducción en la carga de esporas se consigue principalmente a través de la acción mecánica y el enjuague.

Pasteurización y hervido

Los dispositivos semi-críticos, como los equipamientos utilizados para terapia respiratoria y equipo de anestesia, pueden ser pasteurizados mediante ebullición. Todas sus partes deben permanecer bien sumergidas durante todo el proceso; basta con mantener la temperatura en alrededor de 65 a 77°C por 30 minutos. Los centros ubicados en lugares en altura requieren de más tiempo, debido a que el punto de ebullición del agua es menor mientras más nos alejamos del nivel del mar[10]. La inmersión en agua hirviendo de dispositivos resistentes al calor por cerca de 10 minutos, puede disminuir sustancialmente la carga de patógenos, pero

esta práctica nunca debe ser considerada una forma de 'esterilización'. La pasteurización y hervido son métodos de baja tecnología y libres de químicos (siempre y cuando el agua sea pura); los dispositivos tratados de esta manera deben ser retirados con cuidado para su posterior transporte y almacenamiento seguro.

Desinfección química

Algunos de los desinfectantes químicos más comunes son los alcoholes, cloro y compuestos de cloro, gluteraldehído, orto-ftalaldehído, peróxido de hidrógeno, ácido peracético, fenoles, biguanidas y compuestos de amonio cuaternario (CAC). Estos químicos pueden usarse individualmente o en combinación. Deben utilizarse según las instrucciones del fabricante y solo en superficies con las que son compatibles. La Tabla 12.1 muestra una lista de desinfectantes químicos comunes en los centros de atención en salud.

Idealmente, los productos comerciales deben pasar pruebas estándar que avalen su acción, antes de su comercialización y posterior uso en centros de atención en salud. Sin embargo, los requerimientos para el registro de productos y etiquetado permitido varía enormemente de región en región. Esto no solo interfiere con la estandarización global, también hace que probar los productos sea prohibitivamente caro. A menudo hay serias disparidades entre lo que se anuncia en la etiqueta del producto y sus resultados o capacidades reales. Por ejemplo, el tiempo de contacto recomendado para desinfectantes de superficies ambientales suele ser demasiado largo para su uso práctico. Aunque la norma para la desinfección de superficies inanimadas no porosas sea limpiarlas con un paño, la etiqueta de un producto microbicida casi nunca establece esto. Los desinfectantes químicos pueden ser nocivos para los seres humanos y al medioambiente en grados muy diversos, por lo tanto deben utilizarse con precaución y solo cuando no existan alternativas adecuadas.

Los desinfectantes se agrupan en tres categorías, dependiendo de su actividad microbicida:

Desinfectantes de alto nivel

Los desinfectantes de alto nivel (DAN) son activos contra bacterias vegetativas, virus (incluso los no envueltos), hongos y microbacterias. Si se les permite actuar durante tiempos de contacto extendidos, también pueden mostrar cierta actividad contra esporas de bacterias. Los DAN

se utilizan para desinfectar dispositivos sensibles al calor y semi-críticos, como los endoscopios de fibra óptica sensibles.

Los aldehídos (gluteraldehído y orto-ftalaldehído) y oxidantes (por ejemplo, peróxido de hidrógeno y ácido peracético) son DANs. Los aldehídos son agentes no corrosivos y seguros para usarse en la mayoría de los dispositivos. Sin embargo, pueden fijar el material orgánico, por lo que es particularmente importante retirar cualquier resto adherido antes de su desinfección. A menos que sea un producto cuidadosamente formulado y utilizado, los oxidantes tienden a ser corrosivos. No obstante, pueden actuar más rápido, no fijan el material orgánico y son más seguros para el medioambiente que los aldehídos.

Por lo general, los DAN requieren un período de contacto de 10 a 45 minutos para ejercer su acción desinfectante, dependiendo de la temperatura. Después de la desinfección, los artículos deben enjuagarse concienzudamente con agua estéril o filtrada, a fin de eliminar cualquier residuo químico; luego deben secarse con un enjuague de alcohol o con aire limpio y filtrado que se insufla a través de los conductos del dispositivo antes de su almacenamiento seguro.

Desinfectantes de nivel intermedio
Un desinfectante activo contra bacterias vegetativas, microbacterias, hongos y la mayoría de los virus, pero que probablemente no actuará contra las esporas, incluso después de un tiempo de exposición prolongado.

Desinfectantes de bajo nivel
Los desinfectantes de bajo nivel (DBN) pueden actuar contra bacterias vegetativas (excepto las microbacterias), algunos hongos y solo virus envueltos. En muchos casos, el lavado con agua y jabón común es reemplazo suficiente a un DBN.

Esterilización

La esterilización se define como cualquier proceso con la capacidad de inactivar todos los microorganismos en o sobre un objeto; es factible que los procedimientos rutinarios de esterilización requieran modificaciones para lidiar con los priones. El calor es el esterilizante más confiable; la mayor parte del instrumental médico es resistente al calor. El calor húmedo,

Tabla 12.1. Desinfectantes químicos más utilizados en centros de atención en salud

Agente	Espectro	Usos	Ventajas	Desventajas
Alcoholes (60-90%) Incluye etanol e isopropanol	Desinfectante de nivel bajo a medio.	Para descontaminar el exterior de algunos elementos semi-críticos y no críticos, como termómetros orales y rectales, y estetoscopios. También para desinfectar superficies pequeñas como los tapones de goma de frascos multi-dosis. Los alcoholes con detergentes son seguros y efectivos para la desinfección puntual de mesones, suelos y otras superficies. También es un agente común de los limpiadores de manos.	Actúa rápidamente, no deja residuos ni manchas. Es de bajo costo y, en muchos países, se encuentra ampliamente disponible para usos medicinales y de investigación.	Volátil, inflamable e irritante para las membranas mucosas. La materia orgánica lo inactiva y puede endurecer las piezas de goma, hacer que el pegamento se deteriore o trizar el plástico acrílico.
Cloro y compuestos de cloro: el de mayor uso es una solución acuosa de sodio hipoclorito 5,25-6,15% (cloro de uso doméstico) a una concentración de 100-5000 ppm de cloro libre	Desinfectante de nivel bajo a medio.	Usado para desinfectar tonómetros y para la desinfección puntual de mesones y suelos. Puede usarse para descontaminar derrames de sangre. El hipoclorito concentrado o gas cloro se usa para la desinfección de sistemas de distribución de agua grandes y pequeños, tales como dispositivos dentales, tanques de hidroterapia y tanques de distribución de agua en centros de hemodiálisis.	Bajo costo y acción rápida. Ampliamente disponible en casi todas partes. Se encuentra en formato líquido, en pastillas o en polvo.	En alta concentración (>500 ppm), es corrosivo para los metales. El material orgánico lo inactiva. Decolora telas. Cuando se lo combina con amonio, emana gas cloro, que es tóxico. Irritante para la piel y membranas mucosas. Es inestable si se lo deja descubierto, expuesto a la luz o es diluido; almacénelo en un contenedor opaco.

Agente	Espectro	Usos	Ventajas	Desventajas
Aldehídos Gluteraldehído: ≥2% en solución alcalina o ácida. También se lo formula con fenol-sodio-fenato y alcohol.	Desinfectante de alto nivel.	Ampliamente usado como desinfectante de alto nivel para elementos semi-críticos sensibles al calor, como endoscopios.	Buena compatibilidad con materiales.	Alergénico e irritante para la piel y tracto respiratorio. Cuando se lo reutiliza, debe monitorearse su nivel de eficacia continua.
Orto-ftalaldehído (OPA) 0.55%	Desinfectante de alto nivel.	Desinfectante de endoscopios de alto nivel.	Excelente estabilidad sobre un rango amplio de niveles de pH. Actividad microbactericida superior, comparado con gluteraldehído. No requiere activación.	Caro. Mancha la piel y las membranas mucosas; puede manchar objetos si no se lo enjuaga concienzudamente. Provoca irritación a los ojos. Como esporicida, su acción es deficiente. En caso de reutilización, es necesario monitorear su eficacia. Contraindicado para el reprocesamiento de ciertos instrumentos urológicos.

Agente	Espectro	Usos	Ventajas	Desventajas
Ácido peracético 0.2-0.35% y otros ácidos orgánicos estabilizados.	Desinfectante de alto nivel / esterilizante.	Usado en reprocesadores automáticos de endoscopios. Puede usarse para esterilización en frío de elementos críticos sensibles al calor. Por ejemplo, hemodializadores. Con la formulación correcta, también es adecuado para el procesamiento manual de instrumental.	Ciclo rápido de esterilización a baja temperatura (30-45 min. a 50-55°C). Activo en presencia de material orgánico. Subproductos amigables con el medioambiente (oxígeno, agua, ácido acético).	Corrosivo sobre algunos metales. Inestable una vez activado. Puede ser irritante a la piel, conjuntivas y membranas mucosas.
Peróxido de hidrógeno 7.5%.	Desinfectante de alto nivel / esterilizante.	Puede usarse para esterilización en frío de elementos críticos sensibles al calor. Requiere 30 minutos a 20°C.	No necesita activación. Inodoro. Subproductos amigables con el medioambiente (oxígeno, agua).	No compatible con lata, cobre, zinc, níquel / plateado.
Peróxido de hidrógeno al 7,5%. y ácido peracético al 0,23%	Desinfectante de alto nivel / esterilizante.	Para desinfección de hemodializadores.	De acción rápida (desinfección de alto nivel en 15 min.). No requiere activación. Inodoro	No compatible con lata, cobre, zinc y plomo. Potencialmente puede provocar daño a ojos y piel.

usado como vapor bajo presión en una autoclave, mata microbios al desnaturalizar sus proteínas. El calor seco en un horno mata por oxidación, lo que es un proceso mucho más lento. El calor seco se usa para esterilizar materiales sensibles a la humedad (en polvo) o elementos que no pueden ser penetrados por el vapor (aceites y ceras). Los objetos sensibles al calor requieren esterilización a baja temperatura; algunos agentes normalmente usados en este proceso son el gas de óxido de etileno (OE), gas-plasma de peróxido de hidrógeno o vapor de formaldehído[11].

Los objetos estériles deben almacenarse en un lugar limpio, libre de polvo y seco; es primordial mantener la integridad de su envoltorio. Los paquetes con suministros estériles deben revisarse antes de su uso para chequear que la envoltura se encuentre intacta y que estén secos. De no ser así, los elementos no deben ser usados sino que limpiados, envueltos y reesterilizados.

Esterilización por vapor

El vapor es el medio de esterilización más confiable. Es no tóxico (cuando se genera a partir de agua libre de químicos volátiles), posee un espectro amplio de actividad microbicida y buena capacidad de penetración, mientras que al mismo tiempo es económico y su eficacia es fácil de monitorear. La esterilización requiere el contacto directo de un objeto con vapor a una temperatura y presión definidos, por un período de tiempo específico. Las autoclaves son cámaras especialmente diseñadas, en las que el vapor bajo presión produce altas temperaturas. Su funcionamiento se basa sobre el mismo principio que las ollas a presión. Hay dos tipos principales de esterilizadores a vapor:

- Las autoclaves de desplazamiento por gravedad, en las que el vapor es introducido por la parte alta de la cámara y se desplaza hacia la parte inferior; a su paso va reemplazando la mezcla de aire y vapor alojada ahí, más fría y densa. La válvula de escape se cierra cuando todo el aire ha sido empujado hacia fuera; lo que permite que la presión aumente y la temperatura suba. Este tipo de autoclave se usa para esterilizar líquidos y objetos en envoltorios que no pueden ser penetrados por el vapor. La esterilización en sí suele durar cerca de 15 minutos a 121°C, a 103,4 kilopascales (15 libras/pulgada cuadrada).
- Las autoclaves de alto vacío, en que primero se succiona el aire de la cámara de esterilización y luego se introduce vapor para permitir una penetración más rápida y mejor a través de toda la carga. La presión

y temperatura aumentan rápidamente, lo que permite tiempos de procesamiento de tres minutos a 134°C, aproximadamente a 206,8 kilopascales (30 libras/pulgada cuadrada).

Los objetos a ser introducidos en la autoclave deben estar envueltos en materiales que permitan la penetración del vapor, y también el posterior almacenamiento sin alterar la esterilidad de los objetos. Debe evitarse la sobrecarga de autoclaves, de modo que el vapor pueda fluir libremente a través de toda la carga. Es necesario marcar los paquetes para identificar su contenido y fecha de esterilización, junto con el esterilizador y número de carga, con lo que se facilita un eventual retiro de una carga completa y es más fácil monitorear la rotación de suministros.

Todos los esterilizadores por vapor deben probarse al momento de su instalación y de forma periódica, desde ese momento en adelante; es necesario mantener registro escrito de las operaciones de rutina y mantenimiento. *Todo el personal a su cargo debe contar con una completa capacitación en operación de autoclaves y seguridad.*

Monitores

Los indicadores biológicos y químicos están a nuestra disposición y deben ser usados para la revisión rutinaria del funcionamiento de las autoclaves.

Los **indicadores biológicos (IB)** contienen las esporas de la bacteria *Geobacillus stearothermophilus*. Son tiras o frascos que contienen la bacteria, disponibles en el mercado, que se ubican estratégicamente en medio de la carga que se esterilizará. Después de un ciclo, los IB se cultivan a fin de evaluar el crecimiento bacteriano. Para determinar que el proceso de esterilización fue exitoso, todos ellos deben mostrar nulo crecimiento.

Los **indicadores químicos (IQ)** se usan para determinar si durante el proceso de esterilización se alcanzó el tiempo y temperatura requeridos. Un tipo de indicador químico es una cinta de autoclave que puede ser adherida al exterior de un paquete; su color cambia apenas el paquete es sometido a calor. Aún cuando la función de los IQ no sea determinar si un objeto fue esterilizado o no, pueden ayudar a detectar fallas en el funcionamiento de los equipos e identificar errores de procedimiento.

Para el proceso de alto vacío, la penetración del vapor en la carga depende de un adecuado retiro previo del aire. Esto puede ser monitoreado de dos maneras: primero mediante una prueba de fugas: ¿es posible mantener el vacío o el aire se filtra? (principalmente cerca de la puerta); y en segundo término, mediante la capacidad del vapor de penetrar un pequeño paquete de toallas que constituyen el test de 'Bowie Dick'. Si estas pruebas son satisfactorias, un enfoque alternativo de monitoreo es el de 'resultados paramétricos'. Este sistema consiste en asegurar, mediante el uso de instrumentos calibrados -además o en reemplazo de los IBs-, que el ciclo de la autoclave ha cumplido todas las especificaciones respecto a temperatura, presión y tiempo. Dado que este enfoque se basa en datos medibles y equipos calibrados, sus resultados tienden a ser más confiables y mucho más rápidos que el uso de IBs.

Otros esterilizadores

El vapor también se usa en otros dos tipos de esterilizadores. En el proceso de vapor de formaldehído a baja temperatura, el vapor (50-80°C), se usa en combinación con formaldehído vaporizado para esterilizar dispositivos médicos sensibles al calor (incluso aquellos con lúmenes angostos). Como ya se estableció, los dispositivos deben limpiarse antes de su procesamiento. Primero se crea un vacío; el vapor se introduce en varios pulsos, seguido de la vaporización de formaldehído. Hacia el final del ciclo, el formaldehído se evacua y expulsa completamente mediante varios pulsos de vapor y alto vacío. El desempeño del esterilizador puede medirse a través de indicadores biológicos o químicos. Este sistema no puede usarse con líquidos y la potencial toxicidad del formaldehído sigue siendo causa de preocupación.

En un esterilizador instantáneo o flash, el vapor se usa para procesar objetos quirúrgicos cuando un elemento crítico se ha contaminado accidentalmente durante un procedimiento, o cuando no se cuenta con otros medios de esterilización. No debe usarse nunca para dispositivos implantables o para compensar una falta de instrumental esencial. La esterilización flash de elementos porosos o no porosos sin empaquetado o con empaquetado simple puede hacerse tanto en una autoclave de desplazamiento por gravedad o en una de pre-vacío. En este caso, no es posible esperar por las lectura de IBs, debido a la rapidez con que se requieren los objetos esterilizados. *A menos que se usen contenedores adecuados, hay un alto riesgo de recontaminación del objeto procesado, así como de lesiones térmicas al personal que transporta el objeto a su lugar de uso.*

Microondas

Al ser expuestos a microondas, los elementos que contienen agua producen calor; esto, debido a la fricción generada por la rápida rotación de las moléculas de agua. Hasta ahora, este proceso solo ha sido usado para desinfectar lentes de contacto blandos y catéteres urinarios usados para autocateterización intermitente. Sin embargo, tratar con microondas un volumen pequeño de agua en un vaso o contenedor de plástico, podría tener el efecto de hacer que el agua sea segura de beber. De la misma manera, objetos pequeño de vidrio o plástico pueden sumergirse en agua y 'desinfectarse' en un horno microondas.

Esterilización por calor seco

La esterilización por calor seco se realiza en hornos de aire caliente, los que pueden alcanzar altas temperaturas y deben contar con un ventilador para la distribución pareja del calor. Es necesario precalentar el horno antes de comenzar el ciclo de esterilización. Los hornos de aire caliente son de diseño más simple y más seguros de usar que una autoclave, y son adecuados para la esterilización de objetos de vidrio o metal, sustancias en polvo y materiales anhídridos (aceite y grasa). A 160°C, la esterilización toma dos horas y una, a 180°C. A fin de evitar el riesgo de incendios, los hornos no deben utilizarse para tratar plásticos, goma, papel o tela.

Óxido de etileno

El óxido de etileno (OE) se usa para esterilizar elementos que son sensibles al calor, presión o humedad. El óxido de etileno es un gas incoloro, inflamable, explosivo y tóxico para los seres humanos. El OE se encuentra disponible en dos mezclas, una con hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y la otra es una combinación de 8,5% de OE y 91,5% de dióxido de carbono; esta última es menos costosa.

Durante el proceso, y a fin de asegurar la esterilización, es necesario mantener la concentración de OE, temperatura, humedad relativa (HR) y tiempo de exposición. La concentración de gas debe ser de 450 a 1200 mg/l; la temperatura, 37 a 63°C; la HR, 40 a 80% y el tiempo de exposición, entre una a seis horas.
La medición de resultados paramétricos no es factible, debido a que no se puede medir rápidamente la concentración de gas y HR; por lo tanto, es necesario incluir un IB en cada carga. El IB recomendado es *Bacillus atrophaeus*; cada carga específica debe mantenerse en cuarentena hasta que se complete el período de incubación del IB. Las principales desventajas del

OE son lo extenso del ciclo de esterilización y su alto costo. Los elementos ya esterilizados deben airearse meticulosamente para eliminar todos los residuos de OE.

Plasma de peróxido de hidrógeno

Los plasmas gaseosos son generados en una cámara cerrada bajo vacío profundo, mediante el uso de frecuencia radial o energía microondas para excitar las moléculas de peróxido de hidrógeno gaseoso y producir partículas cargadas, muchas de las cuales son radicales libres altamente reactivos. El plasma gaseoso puede usarse para esterilizar elementos sensibles al calor y la humedad, como algunos plásticos, dispositivos eléctricos o electrónicos y alianzas de metal susceptibles a corrosión. Se usan esporas de *G. stearothermophilus* como IB.

Se trata de un proceso seguro y, como no requiere aireación, los elementos esterilizados quedan disponibles para su uso o almacenamiento inmediato. Sin embargo, no es adecuado para dispositivos con lumen cerrado, sustancias en polvo o líquidos. Otras desventajas son su alto costo y necesidad de envoltorios especiales, ya que no puede usarse papel o lino. Además, la presencia de residuos líquidos u orgánicos interfiere con el proceso.

Fumigación

Recientemente se ha generado mucho interés en torno al uso de fumigantes para lidiar con patógenos asociados a la atención en salud en el ambiente, como *S. aureus* resistente a meticilina y *C. difficile*. Ya hay varios dispositivos disponibles, los que varían en costo, el proceso que utilizan y el grado de pruebas de campo al que han sido sometidos.

Uno de los procesos comunes consiste en vaporizar una solución de peróxido de hidrógeno e insuflarla hacia el interior de un recinto sellado, como sería la habitación de un paciente, para descontaminar las superficies. No se requiere de aireación con posterioridad al tratamiento, porque el peróxido de hidrógeno rápidamente se descompone en oxígeno y agua. Algunas tiras de esporas se colocan estratégicamente en varios puntos de la habitación, para más tarde ser retiradas a fin de evaluar la efectividad del proceso. Algunas de las desventajas incluyen la incompatibilidad

con materiales celulósicos y la corrosión potencial de los dispositivos electrónicos.

El dióxido de cloro generado en terreno puede ser liberado en forma de gas para efectos de descontaminar una habitación. Los recintos no solo deben sellarse, sino que además oscurecerse, para evitar que la luz de día acelere la descomposición del gas. Igual como sucede con el peróxido de hidrógeno, el dióxido de cloro se descompone naturalmente en subproductos inocuos.

El ozono puede descontaminar superficies en espacios cerrados. Sin embargo, es altamente inestable y potencialmente dañino para una variedad de materiales de uso común en centros de atención en salud. Sin embargo, ya se encuentra disponible un esterilizador de dispositivos médicos que funciona en base a ozono; genera el gas a partir del oxígeno y, al final del ciclo, lo convierte en oxígeno y agua mediante catálisis. El equipamiento asegura ser compatible con una gran cantidad de materiales y tener la capacidad de procesar dispositivos de lumen estrecho.

Filtrado

Un método simple de eliminar microbios del aire o líquidos sensibles al calor es pasándolos por una membrana o filtro de cartucho. Dependiendo de su tamaño, este proceso retiene microorganismos físicos sin matarlos, a menos que la matriz del filtro esté impregnada o haya sido expuesta a un agente microbicida.

Los filtros de aire de alta eficiencia (HEPA, por su sigla en inglés), se utilizan a menudo para eliminar la contaminación microbiana del aire en pabellones quirúrgicos, laboratorios de microbiología y para la producción estéril de productos farmacéuticos. También está aumentando su uso en salas de hospitalización y espera, a fin de disminuir el riesgo de propagación de patógenos aéreos. Es necesario revisar los filtros HEPA después de su instalación para verificar su integridad, así como contar con un programa de mantenimiento periódico. Los filtros de cartucho pueden usarse en líneas de suministro de aire, para eliminar la contaminación microbiana.

Los filtros de membrana y cartucho con un tamaño nominal de poro de 0,2 μm son de uso muy frecuente en la fabricación de una serie de agentes biológicos e inyectables sensibles al calor. Estos filtros no pueden eliminar

virus, debido a su tamaño muy inferior. Los filtros de cartucho también se usan en los grifos de agua potable en reprocesadores automáticos de endoscopios, con el objetivo de proteger los dispositivos procesados de una posible recontaminación con bacterias presentes en el agua de enjuague. A menudo, los líquidos pasados por este tipo de filtros reciben el apelativo de 'estériles,' aún cuando esto no es estrictamente cierto.

Reprocesadores automáticos de endoscopios

Es frecuente que los dispositivos médicos sean desinfectados manualmente. Sin embargo, este enfoque depende de la pericia del personal y expone a los trabajadores de la salud a agentes infecciosos y químicos potencialmente tóxicos. Si el centro cuenta con los recursos necesarios, los reprocesadores automáticos de endoscopios (RAE) son una alternativa más segura. Estos equipamientos requieren de un suministro confiable de electricidad y agua, así como de un programa de mantenimiento e insumos costosos (desinfectantes, filtros, etc.). La calidad del agua es especialmente importante para impedir la saturación prematura de los filtros y prevenir el crecimiento de patógenos oportunistas, como microbacterias ambientales y *Pseudomonas*.

Radiación ultravioleta

Los avances recientes de la tecnología que usan las lámparas ultravioleta, hacen que el potencial microbicida de la radiación UV de onda corta sea viable para una variedad de usos. Las lámparas UV son cada vez más populares para la desinfección del agua y aguas residuales. También se están comercializando dispositivos que operan con tecnología UV para la desinfección del aire en hospitales y clínicas, diseñados para disminuir la propagación de patógenos aéreos. Últimamente, además han aparecido equipos para la desinfección de superficies ambientales.

La radiación UV no añade ningún químico al agua o aire que está siendo tratado, salvo por la generación de bajos niveles de ozono. Sin embargo, no puede penetrar la suciedad y es necesario que los objetos sean expuestos directamente a la radiación. Las lámparas requieren de una limpieza regular y reemplazo periódico; es factible que aún cuando su capacidad de generar radiación UV haya disminuido, aún sigan emitiendo luz visible.

Artículos de uso único

Los artículos y objetos de uso único no están diseñados para su reprocesamiento; por lo que, de ser reprocesados, los fabricantes no garantizan su seguridad y desempeño. Si aún así se está contemplando la posibilidad de reprocesamiento, es necesario contar con respuestas satisfactorias a las siguientes preguntas:

1. El dispositivo, ¿se encuentra en buenas condiciones y retiene su funcionalidad?
2. ¿Es posible desmontar el artículo para su limpieza, descontaminación y posterior procesamiento?
3. De ser necesario, ¿puede validarse su esterilidad?
4. Desde la perspectiva económica, ¿resulta eficiente el reprocesamiento?
5. ¿Hay una persona de autoridad que esté disponible y acepte la responsabilidad ante cualquier consecuencia negativa que pueda derivarse del uso del objeto reprocesado?

Puntos generales

Las principales prioridades de un programa de PCI, independiente de los recursos, son:

1. Desarrollo de protocolos de reprocesamiento para instrumental y equipos, basados en estándares que cuenten con reconocimiento general y en las recomendaciones del fabricante.
2. Uso de agua limpia para la limpieza concienzuda de los artículos.
3. Mantenimiento, uso y monitoreo del equipamiento, autoclaves y otros.
4. Descarte de artículos que no puedan ser limpiados o reprocesados adecuadamente.
5. Almacenamiento seguro de artículos reprocesados, lejos de potenciales fuentes de contaminación.

Agradecimientos

Este capítulo es la actualización de una versión anterior escrita por los Drs. Ulrika Ransjo y Ossama Rasslan; fue elaborado con la ayuda de la Dra. Maha M. Fathy.

Referencias

1. Association for the Advancement of Medical Instrumentation. Chemical sterilization and high-level disinfection in health care facilities. ANSI/ AAMI ST58:2005.
2. Association for the Advancement of Medical Instrumentation. Comprehensive guide to steam sterilization and sterility assurance in health care facilities. ANSI/AAMI ST79:2006.
3. Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities; Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *MMWR* 2003; 52(RR10):1-42. http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/eic_in_HCF_03.pdf [Accessed July 26, 2011]
4. Microbiology Advisory Committee to the Department of Health (The MAC Manual). Sterilisation, Disinfection and Cleaning of Medical Equipment: Guidance on Decontamination, UK. http://www.mhra.gov.uk/Publications/Safetyguidance/Otherdevicesafetyguidance/CON007438 [Accessed July 26, 2011]
5. Ontario Ministry of Health & Long-Term Care. Provincial Infectious Diseases Advisory Committee (PIDAC) Best Practices for Cleaning, Disinfection and Sterilization in All Health Care Settings, 2010. http://www.oahpp.ca/resources/pidac-knowledge/best-practice-manuals/cleaning-disinfection-and-sterilization.html [Accessed July 26, 2011]
6. Rutala WA, Weber DJ. Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA. http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/Disinfection_Nov_2008.pdf [Accessed July 26, 2011]
7. International Standard ISO 15883-3; 2006, specifies particular requirements for washer-disinfectors (WD) that are intended to be used for emptying, flushing, cleaning and thermal disinfection of containers used to hold human waste for disposal by one operating cycle. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=41078 Accessed July 26, 2011]

8. Weber DJ, Rutala WA, Miller MB, et al. Role of hospital surfaces in the transmission of emerging health care-associated pathogens: norovirus, *Clostridium difficile*, and Acinetobacter species. *Am J Infect Control* 2010; 38(5 Suppl 1):S25-33.
9. Schmitt A, Westner IM, Reznicek L, Michels W, Mitteregger G, Kretzschmar HA. Automated decontamination of surface-adherent prions. *J Hosp Infect* 2010; 76:74-9.
10. Snyder, OP. Calibrating thermometers in boiling water: Boiling Point / Atmospheric Pressure / Altitude Tables. http://www.hi-tm.com/Documents/Calib-boil.html [Accessed July 26, 2011]
11. Kanemitsu K, Imasaka T, Ishikawa S, et al. A comparative study of ethylene oxide gas, hydrogen peroxide gas plasma, and low-temperature steam formaldehyde sterilization. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2005;26(5):486-9.

Lecturas sugeridas

1. Fraise AP, Lambert PA, and Maillard Y-J. *Principles and Practice of Disinfection, Preservation and Sterilization*. 2004, 4th ed., Blackwell Publishing, Malden, MA.
2. McDonnell G. *Antisepsis, disinfection, and sterilization: Types, Action, and Resistance;* American Society for Microbiology, Washington, D.C., 2007. Available electronically through Google books http://books.google.com/books?id=5UL6BHqZKecC&printsec=frontcover&dq=Antisepsis,+disinfection,+and+sterilization&hl=en&ei=Z2wvTeCBAYGC8gbls8y7CQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CDEQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false [Accessed July 26, 2011]
3. Roth S, Feichtinger J, Hertel C. Characterization of *Bacillus subtilis* spore inactivation in low-pressure, low-temperature gas plasma sterilization processes. *J Appl Microbiol* 2010; 108:521-531.
4. Sattar SA. Allen Denver Russell Memorial Lecture, 2006. The use of microbicides in infection control: a critical look at safety, testing and applications. *J Appl Microbiol* 2006; 101:743-753.
5. Uneke CJ, Ogbonna A, Oyibo PG, Onu CM. Bacterial contamination of stethoscopes used by health workers: public health implications. *J Infect Dev Ctries* 2010; 4:436-441.
6. Vonberg RP, Kuijper EJ, Wilcox MH, et al. Infection control measures to limit the spread of *Clostridium difficile*. *Clin Microbiol Infect* 2008; 14 (Suppl 5):2-20.