

**Tema 23**  
**Tema 24**

**OPE 2023**  
**SESCAM**

# AD<sub>e</sub>N

## LEYNOFOR



**Concepto de limpieza, infección, desinfección, asepsia y antisepsia.**

**Desinfectantes y antisépticos: mecanismos de acción de los desinfectantes. Limpieza del material e instrumental sanitario. Métodos de limpieza y desinfección. Criterios de verificación del proceso de limpieza y acondicionamiento del material limpio.**

**Preparación para la esterilización.**

**Esterilización: Concepto. Métodos de esterilización según tipos de material. Tipos de controles. Manipulación y conservación del material estéril.**

**sescam**  
Servicio de Salud de Castilla-La Mancha



# Introducción

La limpieza, desinfección y esterilización son procesos fundamentales en diversos ámbitos, como la salud, la industria alimentaria y la seguridad pública. Estos procedimientos son esenciales para mantener ambientes seguros y prevenir la propagación de enfermedades y contaminantes. A través de la eliminación de microorganismos y la reducción del riesgo de infecciones, se promueve la salud y el bienestar de las personas.

La limpieza es el primer paso en el proceso de control de infecciones. Consiste en la remoción física de suciedad, polvo y materia orgánica visible de superficies y objetos. La limpieza se realiza mediante el uso de agentes limpiadores, agua y herramientas adecuadas, como trapos, cepillos y aspiradoras. Este proceso es esencial para eliminar la acumulación de microorganismos y preparar las superficies para la desinfección o esterilización.

La desinfección es un proceso químico o físico que tiene como objetivo eliminar o inactivar los microorganismos patógenos presentes en objetos inanimados y superficies. Los desinfectantes se utilizan para prevenir la propagación de enfermedades al reducir la carga microbiana a un nivel seguro. Existen diferentes métodos de desinfección, como el uso de productos químicos desinfectantes, la exposición al calor o la radiación ultravioleta.

Por otro lado, la esterilización es un proceso más riguroso que garantiza la eliminación completa de todos los microorganismos, incluyendo bacterias, virus, hongos y esporas, de objetos y equipos médicos o quirúrgicos. La esterilización se utiliza en entornos donde se requiere un nivel extremo de limpieza y se realiza mediante métodos como la esterilización por calor, vapor, gas o radiación.

La limpieza, desinfección y esterilización son prácticas fundamentales para mantener ambientes seguros y prevenir la transmisión de enfermedades. En el ámbito de la salud son cruciales en la prevención de infecciones nosocomiales y la protección de pacientes y personal sanitario.

## Conceptos

**Contaminación:** La contaminación se refiere a la pérdida de pureza o calidad de una sustancia o entorno debido a la introducción de microorganismos o sustancias no deseadas. Puede ocurrir por contacto o mezcla con elementos contaminantes y puede tener efectos negativos en la salud o en la calidad de los productos.

**Infeción:** La infección se produce cuando los microorganismos patógenos invaden y se multiplican en los tejidos vivos del cuerpo. Puede ser causada por bacterias, virus, hongos u otros agentes infecciosos. Las infecciones pueden ser de origen comunitario (adquiridas fuera del entorno hospitalario) o nosocomiales (adquiridas en el hospital) y pueden manifestarse de diversas formas y gravedades.

**Descontaminación:** La descontaminación es un proceso diseñado para eliminar o reducir la presencia de microorganismos, sustancias tóxicas o contaminantes en una persona, objeto o entorno. El objetivo es asegurar que estén libres de cualquier agente nocivo que pueda causar enfermedades o daños.

**Desinfección:** La desinfección es un proceso químico o físico que tiene como objetivo destruir o inactivar los microorganismos patógenos presentes en objetos inanimados. Se realiza en superficies, equipos médicos, instrumentos y otros objetos que pueden albergar microorganismos. La desinfección se puede lograr utilizando métodos químicos, como el uso de desinfectantes, o métodos físicos, como calor o radiación.

**Desinfectante:** Un desinfectante es una sustancia química utilizada para prevenir, inhibir o destruir el crecimiento de microorganismos patógenos en superficies inanimadas. Los desinfectantes son eficaces para reducir la carga microbiana y prevenir la propagación de enfermedades. Existen diferentes tipos de desinfectantes disponibles en el mercado, cada uno con sus propiedades y usos específicos.

**Limpieza:** La limpieza es el primer paso en el proceso de control de infecciones. Consiste en la remoción física de suciedad, polvo y materia orgánica visible de superficies y objetos. La limpieza se realiza utilizando agentes limpiadores, agua y herramientas adecuadas, como trapos, cepillos y aspiradoras. Si bien la limpieza es esencial para eliminar la acumulación de microorganismos visibles, no garantiza la eliminación de microorganismos patógenos o la esterilidad completa.

**Antisepsia:** La antisepsia es un procedimiento mediante el cual se destruyen los microorganismos patógenos presentes en superficies y líquidos corporales de los seres vivos. Se utiliza principalmente en el campo de la medicina para prevenir infecciones en heridas, mucosas o tejidos expuestos.

**Esterilización:** La esterilización es el proceso de eliminación total de microorganismos, incluyendo las esporas, de superficies y profundidad de objetos inanimados. Este proceso garantiza la ausencia de cualquier forma de vida microbiana y se utiliza en entornos críticos como quirófanos, laboratorios o industrias farmacéuticas.

**Asepsia:** La asepsia se refiere a la ausencia total de microorganismos, incluyendo sus formas de resistencia, en superficies, profundidad, seres vivos o materiales. Se aplica en entornos estériles como salas de operaciones y se busca prevenir la introducción de microorganismos en áreas o procedimientos que deben permanecer libres de contaminación.

**Antiséptico:** Un antiséptico es una sustancia química utilizada para prevenir o inhibir el crecimiento de microorganismos en los tejidos vivos, como la piel o las mucosas. Los antisépticos se utilizan para desinfectar heridas, preparar la piel antes de una intervención quirúrgica o mantener la asepsia en procedimientos médicos.

**Biofilms:** Los biofilms son sustancias químicas u orgánicas de residuo que se encuentran en la superficie de objetos y proporcionan un entorno propicio para la supervivencia de microorganismos saprófitos y esporas resistentes. Estos biofilms forman una fina película que dificulta la penetración de agentes de limpieza, desinfectantes o esterilizantes, lo que puede comprometer la eficacia de los procesos de limpieza y desinfección.

**Bioburden:** El bioburden se refiere a la carga biológica de microorganismos que contaminan el instrumental médico o los materiales. Representa la cantidad de microorganismos presentes en una superficie o un objeto antes de aplicar cualquier procedimiento de limpieza, desinfección o esterilización. El control del bioburden es esencial para prevenir infecciones y garantizar la seguridad en entornos sanitarios.

## Limpieza de Material

La limpieza del material es un proceso fundamental en el control de infecciones y la garantía de seguridad en diversos entornos, como la atención médica y la industria alimentaria. Consiste en la eliminación de la suciedad visible y la materia orgánica de las superficies inertes y objetos mediante métodos mecánicos y físicos. La limpieza rigurosa es un paso imprescindible antes de llevar a cabo cualquier método de esterilización.

Los objetivos de la limpieza del material son diversos y de vital importancia. En primer lugar, busca eliminar los restos de materia orgánica e inorgánica que puedan estar presentes en el material. Esto es fundamental para prevenir la acumulación de microorganismos y garantizar un ambiente limpio y seguro. Además, la limpieza tiene como objetivo reducir el número de microorganismos presentes en el material, lo que contribuye a la prevención de infecciones y la protección de los usuarios.

Otro objetivo importante de la limpieza del material es proteger los instrumentos contra la corrosión y el desgaste. La suciedad y los residuos pueden dañar los materiales utilizados, comprometiendo su funcionalidad y vida útil. Mediante una limpieza adecuada, se previene el deterioro prematuro y se asegura que los instrumentos estén en óptimas condiciones para su uso.

Además, la limpieza del material favorece los procesos de desinfección y esterilización. Al eliminar la suciedad y la materia orgánica, se facilita la efectividad de estos procedimientos, ya que los agentes desinfectantes y esterilizantes pueden actuar directamente sobre las superficies limpias. La limpieza es un paso previo esencial para lograr una esterilización efectiva y garantizar la seguridad de los usuarios.

El prelavado o descontaminación es una tarea fundamental dentro del proceso de limpieza del material. Consiste en el primer enjuague o lavado inicial para eliminar la biocarga superficial antes de realizar la limpieza manual. Esta etapa es importante para reducir la carga microbiana antes de la manipulación del material y garantizar la seguridad del operador durante la limpieza.

## Zonas de riesgo

En el entorno hospitalario y de atención especializada, es de vital importancia establecer diferentes zonas según el nivel de riesgo que la contaminación pueda representar para los pacientes. Estas zonas se clasifican en tres categorías principales: zonas de bajo riesgo, zonas de riesgo medio y zonas de alto riesgo.

Las zonas de bajo riesgo incluyen áreas de circulación generales, como pasillos, capillas, bibliotecas, aulas y salas de espera. Aunque el riesgo de contaminación en estas zonas es relativamente bajo, sigue siendo esencial mantener altos estándares de limpieza y desinfección para garantizar la seguridad de los pacientes y el personal.

En las zonas de riesgo medio se encuentran las salas de hospitalización, laboratorios, vestuarios, cocinas y consultas generales. Estas áreas presentan un mayor riesgo de contaminación debido a la presencia de pacientes y la realización de procedimientos médicos. Se requiere una limpieza y desinfección más rigurosas en estas zonas para prevenir la propagación de infecciones y garantizar un entorno seguro.

La zona de alto riesgo engloba áreas críticas como el bloque quirúrgico, las unidades de reanimación, la unidad de cuidados intensivos (UCI), las unidades de esterilización, las unidades de quemados y las habitaciones de aislamiento. Estas zonas son de suma importancia debido a la fragilidad de los pacientes y a la realización de procedimientos invasivos. Se aplican protocolos de limpieza, desinfección y esterilización estrictos para garantizar la máxima seguridad y prevenir infecciones.

## Normas higienicas

1. **Limpiar siempre que esté sucio:** La limpieza debe realizarse de manera regular y constante para mantener un entorno limpio y saludable.

2. **Utilizar siempre guantes de goma:** Es importante proteger las manos con guantes de goma durante el proceso de limpieza para evitar el contacto directo con productos químicos y posibles contaminantes.
3. **Limpiar de limpio a sucio, de arriba hacia abajo y de dentro hacia fuera:** Se debe seguir un orden lógico al limpiar, comenzando por las áreas más limpias y avanzando hacia las más sucias. Asimismo, se debe limpiar de arriba hacia abajo y de dentro hacia fuera para evitar la dispersión de la suciedad.
4. **No barrer, sino recoger la suciedad con fregona o escoba protegida con textil húmedo:** Barrer puede generar partículas en suspensión que se dispersen en el aire. Es preferible utilizar una fregona o escoba protegida con un textil húmedo para recoger la suciedad de manera más efectiva.
5. **Utilizar bayetas húmedas para las superficies:** Las bayetas húmedas son efectivas para limpiar y desinfectar las superficies, ya que permiten una mejor eliminación de la suciedad y los microorganismos.
6. **Emplear los productos de limpieza recomendados en cada centro asistencial:** Es fundamental utilizar los productos de limpieza recomendados por el centro asistencial, siguiendo las indicaciones y dosificaciones establecidas.
7. **Seguir la pauta del fabricante en cuanto al empleo del producto:** Es importante leer y seguir las instrucciones del fabricante en cuanto al uso y dilución de los productos de limpieza para garantizar su eficacia.
8. **Dejar actuar el desinfectante sobre las superficies:** Los desinfectantes deben dejarse actuar durante el tiempo indicado por el fabricante, sin aclarar ni secar después de aplicar la fregona o bayeta escurrida. Esto asegura una desinfección efectiva de las superficies.
9. **Priorizar la limpieza de habitaciones y objetos de pacientes con enfermedades transmisibles y/o en aislamiento:** En estos casos, se debe realizar la limpieza de las habitaciones y objetos en último lugar, siguiendo las medidas de precaución y seguridad necesarias para evitar la propagación de enfermedades.
10. **Priorizar la limpieza de objetos de pacientes inmunodeprimidos:** Si el paciente está inmunodeprimido, se debe dar prioridad a la limpieza de sus objetos para garantizar un entorno lo más libre de microorganismos posible.
11. **Utilizar medidas de protección o barreras físicas específicas en caso de aislamiento:** Cuando un paciente se encuentra en aislamiento, se deben emplear las medidas de protección recomendadas, como el uso de guantes, mascarillas y batas, así como barreras físicas para prevenir la propagación de patógenos.
12. **No introducir el carro de la limpieza en las habitaciones:** Para evitar la contaminación cruzada, el carro de la limpieza no debe ingresar en las habitaciones de los pacientes, ya que puede transportar microorganismos de una habitación a otra.
13. **Emplear medidas de prevención de riesgos químicos:** Es esencial seguir las medidas de seguridad y prevención de riesgos químicos al utilizar productos de limpieza, como la ventilación adecuada, el uso de equipos de protección personal y el almacenamiento seguro de los productos.

El sistema de limpieza de doble cubo es ampliamente utilizado para la limpieza de suelos y superficies en entornos hospitalarios. Consiste en el uso de dos receptáculos, uno para la solución jabonosa detergente y otro para la solución desinfectante, como lejía u otro desinfectante homologado. Este sistema permite llevar a cabo una limpieza efectiva y segura, utilizando diferentes soluciones para la eliminación de suciedad y la desinfección de las superficies.

En el hospital, se implementan normas de circulación, señalización y diseño de espacios con el objetivo de evitar la diseminación de microorganismos. Estas normas se establecen para mantener una separación clara entre las zonas limpias y las zonas sucias, con el fin de prevenir cruces de

contaminación. Se utilizan medidas de control y prevención para mantener la integridad de las áreas limpias y evitar la propagación de microorganismos que puedan comprometer la seguridad de los pacientes y el personal.

La señalización juega un papel importante en la comunicación visual de las áreas limpias y sucias. Se utilizan colores, símbolos y señales específicas para indicar claramente las zonas limpias y las zonas sucias, permitiendo a todos los involucrados identificar y respetar los límites establecidos. Esto ayuda a evitar errores y confusiones, y garantiza un flujo adecuado de personal y equipos en el entorno hospitalario.

Además de la señalización, los espacios y la distribución de áreas también se diseñan cuidadosamente para prevenir la diseminación de microorganismos. Se establecen áreas específicas para la limpieza y desinfección, evitando la proximidad entre áreas contaminadas y áreas estériles o de alto riesgo. Esto asegura un control adecuado de la contaminación y contribuye a mantener un entorno seguro y saludable.

Al realizar la limpieza con agua y jabón o con un detergente, es importante tener en cuenta que esta acción elimina más del 90% de los gérmenes mediante el arrastre de la suciedad, pero no los destruye por completo. Por lo tanto, es relevante conocer las características de un detergente ideal para asegurar una limpieza efectiva. Estas características incluyen:

1. **Poder detergente:** El detergente debe tener la capacidad de desincrustar y eliminar la suciedad adherida a las superficies sin afectar su estructura o composición. Un detergente con un alto poder detergente puede desprender fácilmente la suciedad y los residuos, dejando las superficies limpias y libres de contaminantes.
2. **Poder humectante:** Debe tener la capacidad de reducir la tensión superficial del agua para facilitar el contacto del detergente con las superficies y mejorar su acción de limpieza. Un detergente con un buen poder humectante puede extenderse de manera uniforme sobre la superficie, asegurando una cobertura completa y una mejor penetración en las áreas de difícil acceso.
3. **Poder solubilizante:** El detergente ideal debe ser capaz de disolver la suciedad de tipo lipóide, que generalmente es más insoluble en agua. Un detergente con un alto poder solubilizante puede romper los enlaces de las sustancias grasas y disolver eficientemente la suciedad, facilitando su eliminación durante el enjuague.
4. **Poder dispersante:** Debe tener la propiedad de mantener la suciedad emulsionada en suspensión, para que pueda ser eliminada fácilmente mediante el enjuague. Un detergente con un buen poder dispersante ayuda a evitar la redeposición de la suciedad en las superficies durante el proceso de limpieza, asegurando un resultado más efectivo.
5. **Compatibilidad con soluciones desinfectantes:** Es importante que el detergente sea compatible con las soluciones desinfectantes que se utilizan en combinación con él, ya que a menudo se requiere el uso conjunto de ambos productos. Una buena compatibilidad garantiza una acción sinérgica entre el detergente y el desinfectante, maximizando la eficacia de ambos en la eliminación de los microorganismos.
6. **Baja formación de espuma:** El detergente ideal no debe generar una cantidad excesiva de espuma, ya que esta puede dificultar el contacto del detergente con la superficie y obstaculizar el efecto térmico y germicida. Una baja formación de espuma permite una mejor distribución del detergente sobre la superficie, facilitando su acción de limpieza.
7. **Biodegradabilidad:** Se recomienda que el detergente sea biodegradable y esté libre de fosfatos, para minimizar su impacto ambiental. Un detergente biodegradable se descompone de manera natural en el medio ambiente, evitando la acumulación de sustancias tóxicas y protegiendo la salud de los ecosistemas.

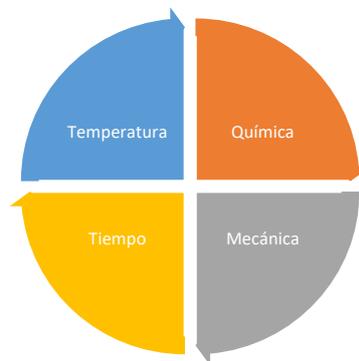
# Limpieza del instrumental

La limpieza del instrumental debe llevarse a cabo inmediatamente después de su uso, preferiblemente antes de que se seque. Cuanto más tiempo permanezca el instrumental sin limpiar, mayor será el riesgo de contaminación y mayores serán las posibilidades de crecimiento y aumento de la carga biológica. Además, a medida que pasa el tiempo, la suciedad puede volverse más difícil de eliminar y el instrumental puede sufrir un mayor deterioro.

Es importante tener en cuenta que el instrumental metálico no debe ser depositado en una solución fisiológica de cloruro sódico y dejarse de manera prolongada. Esto se debe a que la solución salina puede provocar corrosión en los metales y la formación de óxido, lo que compromete la integridad y el rendimiento del instrumental.

Por tanto, es fundamental realizar la limpieza del instrumental de manera oportuna y adecuada para prevenir la contaminación y asegurar su funcionamiento seguro y efectivo. Esto implica seguir los procedimientos de limpieza recomendados, utilizar los productos y técnicas adecuados, y garantizar un secado adecuado antes de su almacenamiento o posterior uso. Asimismo, es importante realizar un mantenimiento regular del instrumental para prevenir la corrosión y el desgaste, prolongando así su vida útil y asegurando su calidad.

Los procesos de limpieza y descontaminación, ya sea en el lavado automático o en el lavado manual, se ven afectados por diversos parámetros o condiciones que determinan su efectividad. Estos parámetros están representados en el círculo de Sinner y son los siguientes: acción mecánica, temperatura, tiempo de acción y acción química.



La acción mecánica se refiere al movimiento físico o la fricción aplicada durante el proceso de limpieza. Este parámetro es fundamental para desprender y remover la suciedad, los residuos y los microorganismos de las superficies. Un mayor nivel de acción mecánica, como la utilización de cepillos o chorro de agua a presión, puede mejorar la efectividad de la limpieza.

La temperatura es otro factor importante, ya que influye en la velocidad de reacción química y en la capacidad de disolución de la suciedad. En general, el aumento de la temperatura del agua o de los productos de limpieza puede acelerar la descomposición de las sustancias orgánicas y facilitar su remoción. Sin embargo, es importante tener en cuenta las limitaciones de temperatura para cada tipo de material o superficie, evitando daños o deformaciones.

El tiempo de acción se refiere a la duración que se permite que los agentes de limpieza actúen sobre la superficie. Un tiempo de acción adecuado permite que los productos químicos tengan el tiempo necesario para descomponer y desprender la suciedad de manera efectiva. Es importante seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto al tiempo de acción para obtener resultados óptimos.

La acción química está relacionada con los productos de limpieza utilizados. Los agentes químicos, como detergentes y desinfectantes, actúan sobre la suciedad y los microorganismos de diferentes maneras. Al seleccionar los productos químicos adecuados para cada tipo de suciedad o contaminante, se maximiza la eficacia del proceso de limpieza.

Es importante destacar que estos parámetros están interrelacionados, lo que significa que la modificación de uno de ellos puede compensarse con el ajuste de otro. Por ejemplo, si la temperatura del agua es más baja, se puede aumentar el tiempo de acción o la acción mecánica para lograr un resultado satisfactorio.

## Material hospitalario susceptible de limpieza

En el ámbito de la limpieza y descontaminación, es importante tener en cuenta qué elementos deben ser limpiados. En general, **todo aquello que se haya manchado o esté sucio debe someterse a un proceso de limpieza adecuado**. Esto incluye superficies, utensilios, instrumentos y cualquier otro material que presente signos visibles de suciedad.

Además, es fundamental limpiar todo aquello que vaya a ser sometido a un proceso posterior de desinfección o esterilización. La limpieza previa es esencial para garantizar la eficacia de estos procesos, ya que la presencia de suciedad puede actuar como una barrera protectora que impide la penetración del agente esterilizante o desinfectante.

En el contexto clínico, es especialmente importante limpiar todo el material que ha sido utilizado en el diagnóstico, tratamiento o cuidado de un paciente. Este material, al haber estado en contacto con el paciente, se considera potencialmente contaminado y debe ser sometido a un proceso de limpieza-descontaminación antes de su reutilización o antes de ser sometido a la esterilización o desinfección.

Es esencial tener en cuenta que la limpieza es un paso previo fundamental antes de cualquier proceso de esterilización o desinfección. No se debe proceder a la esterilización o desinfección de un objeto que no haya sido previamente sometido a una limpieza meticulosa. La suciedad actúa como una barrera que protege a los microorganismos y puede comprometer la efectividad de los agentes esterilizantes o desinfectantes.

## Modos de limpieza del material

Existen diferentes modos de realizar la limpieza del material, que se pueden clasificar en dos categorías principales: manual y mecánica.

La **limpieza manual** del material puede llevarse a cabo de dos formas: por inmersión y en seco, sin inmersión. En el método de limpieza por inmersión, se sumerge el material en una solución limpiadora o detergente y se realiza un frotamiento manual para eliminar la suciedad. Este método es comúnmente utilizado en la limpieza de instrumentos y utensilios médicos. Por otro lado, la limpieza en seco, sin inmersión, implica el uso de herramientas como cepillos, paños o esponjas para frotar y eliminar la suciedad visible de la superficie del material.

La **limpieza mecánica**, por otro lado, se lleva a cabo mediante el uso de maquinaria especializada. Uno de los métodos más utilizados es la limpieza con lavadoras, que utilizan una combinación de agua, detergente y acción mecánica para eliminar la suciedad y los residuos. Estas lavadoras suelen tener compartimentos y programas específicos para diferentes tipos de material y niveles de suciedad.

Otro método mecánico de limpieza es la **limpieza con ultrasonidos**. En este proceso, el material se coloca en un recipiente con una solución limpiadora y se somete a vibraciones ultrasónicas de alta frecuencia. Estas vibraciones generan burbujas microscópicas que implosionan en la superficie del material, eliminando la suciedad y los contaminantes adheridos.

Ambos métodos mecánicos ofrecen ventajas como una mayor eficiencia y uniformidad en la limpieza, así como la capacidad de alcanzar áreas difíciles de acceder de manera manual. Sin embargo, es importante seguir las instrucciones del fabricante y utilizar los programas y configuraciones adecuados para garantizar una limpieza efectiva y segura.

### Limpieza Manual

La limpieza manual es un proceso que se lleva a cabo en aquellos elementos que no pueden ser sometidos a altas temperaturas (entre 50 y 90 °C) o que son considerados delicados, como material de microcirugía o componentes ópticos como endoscopios. En estos casos, la limpieza manual requiere de meticulosidad y el uso de los medios de protección recomendados, como el uso de guantes, así como el empleo de los productos y elementos prescritos.

Es importante tener en cuenta algunos aspectos durante la limpieza manual. En primer lugar, se debe realizar en una zona designada como sucia, evitando el contacto con áreas limpias. Además, es recomendable contar con pilas o fregaderos con doble seno para facilitar las labores de aclarado y evitar la contaminación cruzada.

Antes de llevar a cabo la limpieza propiamente dicha, puede ser necesario realizar un prelavado con agua fría. Es importante que la temperatura del agua se mantenga moderada, entre 25 y 27 °C, sin superar los 45-50 °C. Esto se debe a que temperaturas demasiado altas pueden provocar la coagulación de las proteínas, lo cual dificultaría la limpieza adecuada del material.

La dosificación correcta del detergente-desinfectante utilizado durante la limpieza manual es de suma importancia. Se debe seguir las indicaciones del fabricante y asegurarse de utilizar la cantidad adecuada para lograr una limpieza efectiva y segura.

### Limpieza por inmersión

La limpieza por inmersión es un método utilizado para limpiar el material sumergiéndolo en agua con detergente. Durante este proceso, se permite que el detergente actúe sobre la suciedad y los microorganismos presentes en el material, facilitando su eliminación.

Después de la limpieza por inmersión, es esencial enjuagar completamente el instrumental con agua abundante, preferiblemente desmineralizada o destilada, para asegurarse de eliminar cualquier residuo de jabón o detergente. Este enjuague minucioso ayuda a garantizar la eliminación completa de los agentes de limpieza y evita la posible formación de residuos.

Una vez enjuagado, el material debe secarse adecuadamente. Esto se puede hacer utilizando un material textil suave y sin residuos o mediante el uso de pistolas de aire comprimido u otros métodos apropiados. Es importante asegurarse de que el material esté completamente seco antes de proceder a su clasificación y eventual empaquetado, en caso de que se vaya a esterilizar.

Es fundamental tener en cuenta que los instrumentos con bisagras y juntas metálicas requieren un cuidado adicional. Después de la limpieza, es recomendable aplicar un lubricante adecuado en estas áreas para garantizar un funcionamiento suave y prolongar la vida útil del instrumental. El lubricante se aplica directamente en las articulaciones y se retira el exceso al finalizar. Se deben utilizar lubricantes

específicos según el tipo de instrumental, como aceite de parafina para superficies de fricción metálica y lubricantes especiales para sistemas motorizados.

Es necesario tener en cuenta que el aceite de silicona para instrumental de anestesia se debe utilizar después de la esterilización y antes de su uso en el paciente.

#### Limpieza en seco, sin inmersión

La limpieza en seco, sin inmersión, es un método utilizado para limpiar materiales sensibles al agua, como motores eléctricos, cables eléctricos, luces frías, cámaras, entre otros. En este proceso, se utiliza una compresa sumergida en una solución de detergente enzimático, la cual se escurre para evitar el exceso de líquido. Con la compresa, se frota el material en una sola dirección, de lo más sucio a lo más limpio.

Durante el proceso de limpieza en seco, se puede repetir la acción de frotado con la compresa si es necesario eliminar más suciedad. Una vez completado el frotado, es importante aclarar el material utilizando otra compresa limpia y seca. Esto garantiza la eliminación de los residuos del detergente y deja el material limpio y seco.

La limpieza en seco es especialmente adecuada para equipos electrónicos y delicados que no deben ser expuestos a la humedad. Al utilizar una solución de detergente enzimático, se potencia la capacidad de limpieza y descomposición de la suciedad, permitiendo un resultado eficaz sin necesidad de sumergir el material en agua.

#### Limpieza mecánica o automática

La limpieza mecánica o automática es un método de limpieza que se realiza mediante sistemas automatizados, como lavadoras o cubetas de ultrasonidos, utilizando agua y productos específicos. El objetivo es lograr una limpieza completa, aclarado y secado adecuados de todo el instrumental.

En el caso de las lavadoras, se utilizan programas automatizados que incluyen diferentes fases, como la desinfección térmica o química, así como el secado y acondicionamiento de los objetos metálicos. Estos programas se realizan a una temperatura de 40-60 °C para garantizar la eliminación efectiva de la suciedad y los microorganismos.

El material a limpiar se coloca en cestas portainstrumentos dentro de la lavadora. El proceso de lavado en la lavadora consta de varias fases:

1. **Prelavado:** Se realiza a una temperatura de 40-60 °C para eliminar la suciedad superficial y facilitar la limpieza posterior.
2. **Lavado:** En esta fase, se aplica agua caliente y productos de limpieza específicos para desprender y eliminar la suciedad adherida a los instrumentos.
3. **Aclarado:** Se realiza con agua a una temperatura de 60 °C para eliminar completamente los residuos de detergentes y productos de limpieza.
4. **Termodesinfección:** Es una fase importante en la cual se somete el material a altas temperaturas, generalmente entre 90-95 °C, para garantizar la eliminación de los microorganismos patógenos y lograr la desinfección térmica.
5. **Secado:** En esta última fase, se realiza un proceso de secado para eliminar la humedad residual y evitar la proliferación de microorganismos.

El resultado final debe ser un instrumental perfectamente limpio, aclarado y seco, listo para su uso o para continuar con el proceso de esterilización si es necesario.

El procedimiento a seguir sería el siguiente:

1. Asegurarse de que los instrumentos con articulaciones estén abiertos antes de colocarlos en las bandejas de lavado. Esto es crucial para asegurar que todas las partes del instrumental sean limpiadas adecuadamente.
2. Evitar sobrecargar las bandejas de lavado para permitir un enjuague suficiente de todo el material. Es importante que el agua pueda llegar a todos los instrumentos de manera adecuada.
3. En el caso de instrumental con cavidades largas o estrechas, como gomas, cánulas o sistemas de aspiración, se debe utilizar medios especiales para limpiar su interior de manera efectiva. Esto puede incluir cepillos o dispositivos de limpieza específicos.
4. Colocar el instrumental grande en las bandejas de manera que no obstaculice la limpieza de otros instrumentos debido a sombras de lavado. Es importante asegurar que todos los instrumentos reciban una limpieza completa y no haya zonas de difícil acceso.
5. Para los instrumentos de aluminio anodizado, es necesario aplicar un tratamiento especial utilizando productos adecuados para evitar su deterioro durante el proceso de limpieza.
6. Después de la fase de lavado, se procede al aclarado con agua abundante, preferiblemente a una temperatura de 60 °C. En caso de que la calidad del agua no sea óptima, se recomienda utilizar agua desmineralizada para el aclarado.
7. Si se incluye la desinfección en el proceso, esta puede realizarse de forma química utilizando el desinfectante adecuado y dosificado automáticamente, o bien de forma térmica elevando la temperatura a 90-95 °C durante un tiempo determinado, generalmente diez minutos.
8. Finalmente, el ciclo de limpieza concluye con una fase de secado mediante la entrada de aire caliente y filtrado. Esto garantiza que el instrumental quede completamente seco y listo para su posterior uso o proceso de esterilización.

#### Limpieza por ultrasonidos

El lavado por ultrasonidos es una técnica de limpieza mecánica altamente efectiva que se utiliza para instrumentos difíciles de limpiar debido a su escasa accesibilidad. Consiste en sumergir los objetos en una cubeta que emite ondas sónicas de alta frecuencia a través del agua, generando burbujas de aire que chocan contra la superficie de los instrumentos y remueven la materia orgánica sin dañar su estructura.

- Es recomendado utilizar una solución de limpieza adecuada disuelta en agua tibia (40-45 °C), ya que solo con agua no se obtendrán resultados satisfactorios. Se prefieren productos de limpieza-desinfección de tipo enzimático.
- Este método es especialmente útil para la limpieza de instrumentos de acero inoxidable, especialmente aquellos utilizados en microcirugía, oftalmología, maxilofacial, odontología y otros instrumentos pequeños y delicados con puntas finas y filos cortantes microscópicos. También es eficaz para eliminar pequeñas incrustaciones.

El procedimiento para el lavado por ultrasonidos es el siguiente:

1. Asegurarse de que el instrumental articulado esté completamente abierto antes de sumergirlo en la cubeta.
2. Todos los componentes del instrumental deben estar completamente sumergidos en la solución de limpieza.
3. Evitar una carga excesiva de suciedad en la solución, ya que esto puede afectar la eficacia del tratamiento.
4. Seguir las recomendaciones del fabricante para cambiar la solución de limpieza de acuerdo con la frecuencia indicada.
5. El tiempo de exposición al ultrasonido puede variar, pero generalmente se recomienda un periodo de 3 a 15 minutos con frecuencias mínimas de 20 a 35 kHz.

6. Después del tratamiento, enjuagar minuciosamente todo el instrumental, ya sea de forma manual o mecánica, utilizando agua de buena calidad y desalinizada para evitar manchas.
7. Los espejos de boca pueden sumergirse en un baño de ultrasonidos para una limpieza efectiva.
8. Los componentes de los sistemas de motores no deben ser tratados en la cubeta de ultrasonidos.
9. Los instrumentos de naturaleza elástica, como sondas y piezas del sistema de respiración, no son aptos para el lavado por ultrasonidos debido a la falta de reacción del ultrasonido en superficies elásticas.
10. Después del tratamiento y enjuague, es necesario secar el instrumental utilizando paños suaves que no dejen residuos o mediante el uso de aire a presión.

## Test de suciedad

El test de suciedad es una herramienta esencial para evaluar la eficacia de los procesos de limpieza en diversos objetos y superficies utilizados en entornos médicos y quirúrgicos. Estos tests de comprobación son especialmente importantes para garantizar la eliminación adecuada de la suciedad, los residuos y los contaminantes, ya que una limpieza insuficiente puede comprometer la esterilización o desinfección posterior y aumentar el riesgo de infecciones asociadas a la atención médica.

Uno de los tests de comprobación de limpieza más utilizados es el Test para instrumental quirúrgico (TOSI). Consiste en una placa cubierta por un residuo semejante a la sangre que se adhiere al instrumental. Después del proceso de limpieza, la placa debe desaparecer completamente, lo que indica que se ha logrado una remoción eficaz de la suciedad y los contaminantes presentes en el instrumental.

Otro test comúnmente utilizado es el Test para objetos canulados. Este test está diseñado específicamente para objetos con conductos o canales internos, como cánulas o tubos. Se introduce un dispositivo simulador de suciedad en el conducto canulado y, después de la limpieza, se verifica la ausencia total de residuos en el objeto canulado, asegurando una limpieza completa incluso en áreas de difícil acceso.

Además de estos tests específicos, existe el indicador químico, como el Sonocheck®. Este indicador se utiliza para evaluar la eficacia de las cubetas de ultrasonidos en el proceso de limpieza. El vial contiene un líquido que cambia de color cuando se realiza correctamente el procedimiento de limpieza con ultrasonidos. Este cambio de color proporciona una confirmación visual de la efectividad del proceso y asegura una limpieza adecuada de los objetos tratados en las cubetas de ultrasonidos.

La utilización de estos tests de comprobación de limpieza es esencial para mantener los estándares de calidad y seguridad en el ámbito médico. Proporcionan una verificación objetiva de la eficacia de los procesos de limpieza y ayudan a identificar cualquier deficiencia en el proceso, permitiendo tomar las medidas correctivas necesarias para garantizar un entorno limpio y libre de contaminación.

## Desinfección

La desinfección es un proceso esencial para eliminar los microorganismos patógenos y prevenir la propagación de enfermedades. Se puede llevar a cabo mediante métodos químicos o físicos, y se realiza en objetos inanimados, no en tejidos vivos.

A diferencia de la antisepsia, que se aplica en tejidos vivos como la piel o las mucosas, la desinfección abarca tanto los tejidos inertes como los vivos. Su objetivo principal es destruir o inactivar los microorganismos patógenos, excluyendo las formas de resistencia, o prevenir su desarrollo.

Existen tres niveles de desinfección, clasificados según la capacidad del desinfectante para destruir diferentes tipos de agentes microbianos:

1. **Desinfectantes de bajo nivel:** Estos desinfectantes no son capaces de eliminar rápidamente las esporas bacterianas, micobacterias, hongos y algunos virus no lipídicos o de pequeño tamaño. Se requiere un tiempo mínimo de contacto de al menos 10 minutos para lograr una desinfección de bajo nivel.
2. **Desinfectantes de nivel intermedio:** Estos desinfectantes no necesariamente eliminan las esporas bacterianas, pero son efectivos para inactivar las bacterias vegetativas. El tiempo de contacto mínimo para una desinfección de nivel intermedio con estos desinfectantes es de 10 minutos.
3. **Desinfectantes de alto nivel:** Los desinfectantes de alto nivel son capaces de inactivar todas las formas vegetativas de los microorganismos, aunque no siempre eliminan todas las esporas. La mayoría de estos desinfectantes requieren un tiempo de contacto de aproximadamente 20 minutos para ejercer una acción desinfectante efectiva. Algunos desinfectantes pueden requerir un tiempo de contacto más prolongado, de hasta 6 a 10 horas, para destruir las esporas bacterianas. Es importante destacar que la limpieza inicial del objeto es fundamental para que la desinfección sea eficaz, ya que la presencia de materia orgánica puede afectar la actividad de muchos desinfectantes.

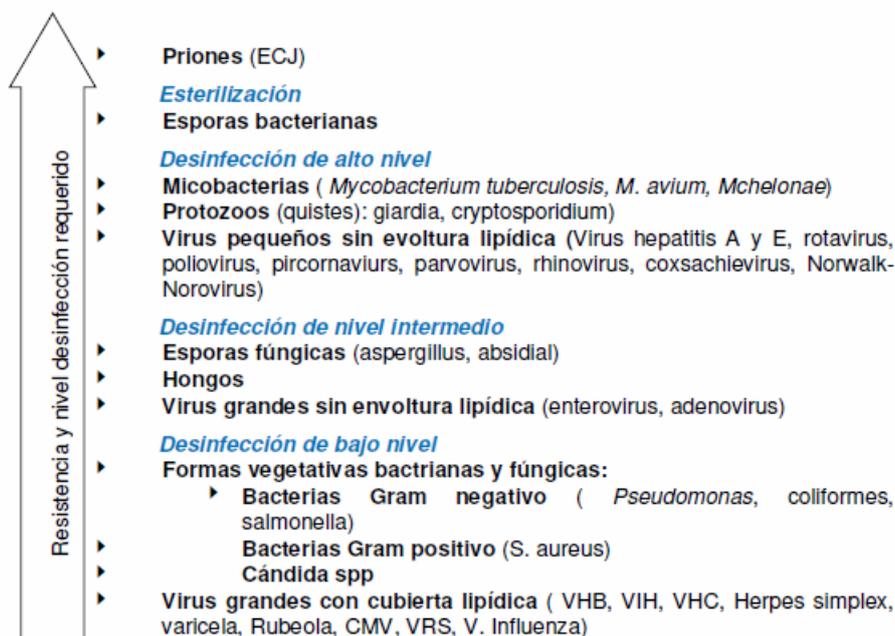
Relación entre resistencia intrínseca y procesos de desinfección y esterilización:

La resistencia intrínseca de los microorganismos se refiere a su capacidad natural para resistir los efectos de ciertos antibióticos, desinfectantes o procesos de esterilización sin necesidad de cambios genéticos o adquisición de nuevos genes de resistencia. Esta resistencia puede deberse a varios factores, que incluyen la estructura de la pared celular del microorganismo, la presencia de bombas de eflujo que pueden expulsar los productos desinfectantes o los esterilizantes del microorganismo antes de que puedan tener un efecto, o la capacidad del microorganismo para formar esporas o biofilms que son inherentemente resistentes a muchos métodos de desinfección y esterilización.

La desinfección y la esterilización son procesos utilizados para eliminar o inactivar los microorganismos para prevenir su propagación. La desinfección se refiere a la eliminación de microorganismos patógenos, aunque no necesariamente todos los microorganismos, en superficies no vivas. La esterilización, por otro lado, se refiere a la eliminación total de todos los microorganismos, incluyendo esporas bacterianas, en cualquier objeto o superficie.

La resistencia intrínseca puede hacer que los microorganismos sean más difíciles de eliminar a través de los procesos de desinfección y esterilización. Por ejemplo, algunos microorganismos forman esporas que son extremadamente resistentes a la desinfección y pueden sobrevivir a la esterilización a menos que se utilicen métodos de esterilización muy intensos, como el autoclave. Del mismo modo, las bacterias que forman biofilms pueden ser difíciles de desinfectar o esterilizar debido a la capa protectora que el biofilm proporciona contra los productos químicos desinfectantes o esterilizantes.

Figura 1. RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA INTRÍNSECA DE LOS MICROORGANISMOS Y LOS PROCESOS DE DESINFECCIÓN Y ESTERILIZACIÓN modificado de Hernández-Navarrete M-J, et al. Fundamentos de antisepsia, desinfección y esterilización. Enferm Infecc Microbiol Clín. 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.elmc.2014.04.003>



## Clasificación de material

En 1968, Spaulding propuso una clasificación de los artículos hospitalarios de atención directa a pacientes en tres categorías, según el nivel de riesgo de infección que presentan y la zona del cuerpo en la que se utilizan.

En primer lugar, se encuentran los **artículos críticos**, que entran en contacto con cavidades normalmente estériles del organismo o del tejido vascular. Estos objetos suponen un alto riesgo de infección en esas zonas, ya que no cuentan con sistemas de defensa adecuados para enfrentar esa agresión. Para garantizar la seguridad del paciente, estos artículos deben ser desechables o estar estériles. Algunos ejemplos de artículos críticos son los catéteres vasculares, el instrumental quirúrgico, las sondas urinarias y las soluciones intravenosas.

En segundo lugar, se encuentran los **artículos semicríticos**, que entran en contacto con piel no intacta o mucosas. Aunque la piel no intacta y las mucosas son en principio resistentes a las infecciones por esporas bacterianas comunes, son susceptibles a las formas vegetativas de bacterias, virus y micobacterias. Estos artículos deben estar libres de los microorganismos mencionados y, preferiblemente, deberían estar estériles. En caso de que la esterilización no sea posible debido a las características del objeto o su uso, al menos deben someterse a una desinfección de alto nivel. Algunos ejemplos de artículos semicríticos son los endoscopios, los circuitos de las máquinas de anestesia y los dispositivos médicos de uso intravascular.

Por último, se encuentran los **artículos no críticos**, que entran en contacto con piel sana o no tienen contacto directo con los pacientes, lo que significa que el riesgo de producir infecciones es mínimo. La piel sana, en condiciones normales, actúa como una barrera defensiva eficaz frente a la mayoría de los microorganismos, por lo que el nivel de eliminación requerido es mucho menor. Para estos artículos, generalmente se requiere solo limpieza y secado. En algunos casos, puede ser necesario realizar una

desinfección de bajo nivel con un tiempo de exposición de diez minutos. Algunos ejemplos de artículos no críticos son la ropa de cama, las incubadoras, los esfigmomanómetros y los estetoscopios.

Es importante seguir esta clasificación y aplicar las medidas adecuadas de esterilización o desinfección según el nivel de riesgo asociado a cada tipo de artículo. Esto contribuirá a garantizar la seguridad y la prevención de infecciones en el entorno hospitalario, protegiendo tanto a los pacientes como al personal sanitario.

## Tipos de desinfección

### Física

Uno de los métodos más utilizados es la desinfección térmica por medio de vapor a baja temperatura, que se realiza en autoclaves a 90 °C durante diez minutos. Este método puede llevarse a cabo con material empaquetado, que posteriormente puede ser almacenado, o sin empaquetar. El calor húmedo también puede emplearse en lavavajillas, lavadoras o lava-cuñas, siendo necesario un tiempo de actuación menor a medida que aumenta la temperatura.

Otros métodos físicos de desinfección incluyen la pasteurización, la ebullición, la termodesinfección y la ultrapasteurización (UHT). La pasteurización tiene como objetivo destruir los microorganismos patógenos, pero no elimina las esporas bacterianas. En general, la relación tiempo-temperatura para la pasteurización con agua caliente es de 70 °C durante 30 minutos.

La ultrapasteurización (UHT) consiste en exponer el producto, como la leche, a una temperatura alta durante un corto período de tiempo (de 5 a 8 segundos), seguido de un rápido enfriamiento a no más de 4 °C. Este proceso permite eliminar la mayoría de los microorganismos presentes en el producto.

### Química

La desinfección química es un método que se basa en el uso de productos químicos para destruir los gérmenes. Consiste en la aplicación de sustancias químicas específicas sobre el material que se desea desinfectar durante un tiempo determinado, siguiendo el protocolo establecido.

Los productos químicos utilizados en la desinfección se conocen como desinfectantes y antisépticos. Los desinfectantes son sustancias químicas capaces de destruir los gérmenes depositados en un material inerte o vivo en un período de 10 a 15 minutos, minimizando los cambios en el sustrato donde se encuentran. Por otro lado, se reserva el término antisépticos para aquellas sustancias que poseen actividad antimicrobiana y presentan una baja o nula toxicidad, y que están destinadas al uso en la piel o los tejidos humanos.

Condiciones para un desinfectante óptimo:

1. **Amplio espectro:** El desinfectante debe tener la capacidad de destruir una amplia gama de microorganismos, abarcando tanto bacterias, virus, hongos y otros agentes patógenos.
2. **Estabilidad:** El desinfectante debe ser estable, es decir, su acción no debe ser interferida o modificada por las características del entorno en el que se utiliza, como la presencia de materia orgánica o condiciones ambientales específicas.
3. **Solubilidad:** Es deseable que el desinfectante sea fácilmente soluble en las concentraciones adecuadas y que pueda ser utilizado en soluciones acuosas, lo que facilita su aplicación y distribución.
4. **Transparencia:** En el caso de antisépticos utilizados en heridas o piel, es importante que sean transparentes para permitir una adecuada visualización de la evolución de la herida y facilitar el monitoreo.

5. **Compatibilidad:** El desinfectante debe ser compatible con otros productos o sustancias con los que pueda ser utilizado simultáneamente, evitando interacciones negativas o disminución de su eficacia.
6. **Rapidez de acción:** Es deseable que el desinfectante tenga una acción rápida para evitar la proliferación de microorganismos en el menor tiempo posible, contribuyendo a la efectividad del proceso de desinfección.
7. **Acción permanente y efecto residual:** Un buen desinfectante debe tener la capacidad de mantener su acción antimicrobiana de manera duradera, incluso después de su aplicación inicial, evitando la recolonización rápida de microorganismos.
8. **No toxicidad ni irritación:** El desinfectante no debe ser tóxico ni irritante para los tejidos humanos, minimizando el riesgo de efectos adversos o irritación en las personas que lo utilizan.
9. **No corrosivo:** El desinfectante no debe alterar ni corroer los objetos o superficies en los que se aplica, evitando daños o deterioro material.
10. **Capacidad de penetración en materia orgánica:** Es deseable que el desinfectante tenga la capacidad de penetrar en la materia orgánica, como sangre o fluidos corporales, sin ser inactivado por ellos, lo que garantiza una acción efectiva en presencia de contaminantes.
11. **Eficacia en bajas concentraciones:** Un desinfectante eficaz es aquel que puede lograr una acción antimicrobiana significativa en bajas concentraciones, lo que reduce la cantidad necesaria de producto y optimiza su uso.
12. **Biodegradabilidad:** Es preferible que el desinfectante sea biodegradable, es decir, que pueda descomponerse naturalmente en el medio ambiente sin causar impactos negativos o contaminación residual.
13. **Económico o de bajo costo:** Un desinfectante óptimo también debe ser económico o tener un costo razonable, lo que facilita su accesibilidad y uso generalizado en diferentes contextos.

#### Factores que afectan a la eficacia de la desinfección

1. **Resistencia innata de los microorganismos:** Cada especie microbiana tiene diferentes niveles de resistencia a los agentes químicos utilizados en la desinfección. Algunos microorganismos pueden ser más susceptibles y fáciles de eliminar, mientras que otros pueden ser más resistentes y requerir concentraciones más altas o tiempos de exposición más prolongados.
2. **Cantidad y ubicación de los microorganismos:** La carga microbiana presente en una superficie o en un objeto puede afectar la eficacia del desinfectante. Cuanto mayor sea la cantidad de microorganismos presentes, mayor será el desafío para el agente desinfectante. Además, la ubicación de los microorganismos, como en grietas, poros o biofilms, puede dificultar su eliminación completa.
3. **Presencia de materia orgánica:** La presencia de materia orgánica, como sangre, fluidos corporales o suciedad, puede interferir con la acción desinfectante. Los desinfectantes pueden ser menos efectivos cuando hay altas concentraciones de materia orgánica, ya que esta puede neutralizar o inactivar los agentes desinfectantes.
4. **Presencia de biofilms:** Los biofilms son comunidades microbianas adheridas a superficies y protegidas por una matriz de sustancias extracelulares. Estos biofilms pueden conferir una mayor resistencia a los microorganismos frente a los desinfectantes, ya que actúan como una barrera física y química que dificulta el acceso y la acción del agente desinfectante.
5. **Concentración de uso:** La concentración de desinfectante utilizada puede influir en su eficacia. Es importante seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto a la concentración adecuada para lograr la desinfección efectiva, ya que un exceso o una concentración insuficiente pueden comprometer su eficacia.
6. **Factores físico-químicos:** El pH y la temperatura pueden afectar la eficacia de los desinfectantes. Algunos desinfectantes pueden ser más efectivos en un rango específico de pH

o temperatura, por lo que es importante tener en cuenta estos factores durante el proceso de desinfección.

7. **Tiempo de exposición:** El tiempo de contacto entre el desinfectante y los microorganismos es crucial para lograr una desinfección efectiva. Es necesario proporcionar el tiempo suficiente de exposición recomendado por el fabricante para permitir que el agente desinfectante actúe y elimine los microorganismos de manera adecuada.

#### Formas de aplicación de los desinfectantes

1. **Inmersión:** Esta técnica implica sumergir completamente el objeto o instrumento a desinfectar en una solución preparada con el desinfectante. El tiempo de inmersión necesario dependerá del tipo de desinfectante utilizado y las recomendaciones del fabricante.
2. **Loción:** En esta forma de aplicación, el desinfectante se impregna en esponjas, paños u otros objetos absorbentes, que luego se utilizan para aplicarlo sobre superficies o áreas más extensas, como paredes, suelos y mobiliario. Se puede utilizar una técnica de frotamiento para asegurar una distribución uniforme
3. **Pulverización:** Consiste en introducir el desinfectante en un recipiente específico que permite su proyección en forma de finas gotas pulverizadas. Esta técnica es útil para aplicar el desinfectante en superficies y objetos de difícil acceso o áreas extensas. Se recomienda seguir las instrucciones de uso para garantizar una cobertura adecuada.
4. **Fumigación y aerosoles:** En esta forma de aplicación, el desinfectante se introduce en un equipo especializado que lo dispersa en forma de partículas finas en el ambiente. Esta técnica se utiliza principalmente en la desinfección de espacios amplios y puede ser efectiva para alcanzar áreas de difícil acceso. Sin embargo, es importante tener en cuenta las precauciones necesarias y seguir las recomendaciones de seguridad.

Es importante destacar que los productos desinfectantes suelen venir diluidos en un diluyente, que es una solución formada por dos componentes:

- **Disolventes:** Son los cuerpos o sustancias dispersantes que constituyen la mayor proporción de la disolución. Estos disolventes ayudan a dispersar y solubilizar el desinfectante, facilitando su aplicación y eficacia.
- **Soluto:** Es el componente activo del desinfectante, que se encuentra en menor proporción en la disolución. Este soluto es el responsable de las propiedades desinfectantes y antimicrobianas del producto.

#### Normas de utilización y conservación de los antisépticos

- **Verificar la ausencia de alergia:** Antes de utilizar un antiséptico en un paciente, es necesario asegurarse de que no es alérgico al mismo. En caso de alergia, se debe utilizar un antiséptico alternativo que sea seguro para el paciente.
- **Limpieza previa de la piel:** Antes de aplicar la solución antiséptica, es fundamental limpiar adecuadamente la piel para eliminar suciedad y residuos. Esto garantiza una mejor eficacia del antiséptico.
- **Selección adecuada del antiséptico:** Es importante elegir el antiséptico adecuado para cada situación y seguir las indicaciones específicas de uso. Se debe respetar el tiempo de exposición recomendado para evitar reacciones tóxicas o el desarrollo de resistencias.
- **Concentración recomendada:** Es necesario respetar la concentración recomendada por el fabricante en los antisépticos. No diluir o concentrar excesivamente el producto, ya que esto puede afectar su eficacia y seguridad.
- **Etiquetado de las diluciones:** Si se preparan diluciones de antisépticos, es importante etiquetarlas con la fecha de preparación y la fecha de caducidad. Esto permite tener un control adecuado de la vigencia y seguridad de las soluciones.

- **No mezclar antisépticos:** No se deben mezclar diferentes antisépticos, incluso si son del mismo tipo o naturaleza. Cada antiséptico tiene sus propiedades específicas y mezclarlos puede alterar su eficacia y seguridad.
- **No trasvasar el antiséptico:** Una vez que se ha vertido el antiséptico de su envase original, no se debe trasvasar nuevamente a dicho envase. Cualquier cantidad remanente en bandejas o recipientes debe ser desechada y no reutilizada.
- **No rellenar envases semivacíos:** No se debe rellenar un envase semivacío a partir de otro, ya que esto puede comprometer la esterilidad y la concentración del antiséptico.
- **Mantener los envases cerrados:** Después de su uso, los envases de antisépticos deben mantenerse cerrados para evitar la contaminación del producto o del entorno. Esto también evita la evaporación y los cambios en la concentración del antiséptico.

## Antisépticos

### Clorhexidina

La clorhexidina es un antiséptico con un amplio espectro de acción, siendo altamente efectiva contra los microorganismos Gram positivos y Gram negativos. Puede utilizarse en heridas extensas y también es segura para su aplicación en lactantes.

Se utiliza principalmente para desinfectar la piel y las mucosas, lavar superficies cutáneas, realizar lavado de manos y en la prevención y tratamiento de enfermedades odontológicas. Su cualidad de transparencia permite observar la evolución de las heridas sin dificultad.

Sin embargo, es importante tener en cuenta algunos inconvenientes asociados al uso de la clorhexidina. No es adecuada para la desinfección de endoscopios ni de instrumental. Además, puede ocasionar dermatitis y deshidratación de la piel. Se debe evitar su uso en combinación con jabones amónicos, ya que es incompatible con ellos. También se debe tener precaución al diluir la clorhexidina en agua, ya que altera su pH y reduce su actividad. Se recomienda diluirla en agua destilada y protegerla de la luz y el calor. Además, es importante tener en cuenta que la clorhexidina se inactiva al entrar en contacto con corcho.

### Yoduros

Los yoduros, como la povidona yodada, tintura de yodo, alcohol yodado y solución de lugol, son antisépticos con una acción moderada y una duración relativamente corta, aproximadamente tres horas.

Estos antisépticos tienen un espectro de acción bastante amplio, ya que son bactericidas, virucidas y fungicidas, e incluso son efectivos contra los protozoos. En la actualidad, se utilizan los yodóforos, que son derivados del yodo combinados con agentes tensoactivos, los cuales reducen la tensión superficial y facilitan la penetración a través de la membrana del microorganismo. La povidona yodada es el yodóforo más comúnmente utilizado.

Se pueden utilizar en forma de solución acuosa, solución alcohólica o en forma de jabón (scrub) para el lavado. Son antisépticos de elección para la desinfección de la piel, el lavado de manos y mucosas.

Sin embargo, es importante tener en cuenta algunos inconvenientes asociados al uso de los yoduros. Estos antisépticos se inactivan en presencia de materia orgánica, como sangre, pus o exudados. En grandes dosis, pueden irritar la piel y provocar reacciones de sensibilización. Además, pueden enmascarar el aspecto y la evolución de las heridas, lo cual dificulta su seguimiento. Debido a su

posible absorción sistémica, su uso está contraindicado en lactantes. También se debe proteger estos antisépticos de la luz para mantener su efectividad.

### Alcoholes

Los alcoholes, como el etílico y el isopropílico, se han utilizado ampliamente en los últimos años, tanto en soluciones para descontaminar manos como diluyentes de otros antisépticos como la clorexidina o la povidona yodada, lo que les confiere un doble efecto.

Estos alcoholes tienen un espectro de acción que abarca principalmente a los microorganismos bacterianos. Sin embargo, es importante destacar que deben emplearse después de una limpieza exhaustiva, ya que se inactivan fácilmente en presencia de materia orgánica. El agua es esencial para su acción germicida, ya que facilita la penetrabilidad celular.

El alcohol más comúnmente utilizado es el etílico y el isopropílico, ambos en una concentración del 70%. El isopropílico tiene una actividad bactericida superior al etanol. Por lo general, se utilizan en combinación con otros antisépticos, como el yodo o la clorhexidina, formando soluciones alcohólicas.

Estos alcoholes son ampliamente utilizados como antisépticos cutáneos en procedimientos como inyecciones, extracciones sanguíneas y desinfección de manos. También se emplean para la desinfección de la piel y de termómetros clínicos. Su acción es inmediata, aunque su efecto es de corta duración.

Sin embargo, existen algunos inconvenientes asociados al uso de los alcoholes. Se inactivan en presencia de materia orgánica, no son efectivos contra esporas ni virus, se evaporan a temperatura ambiente y son inflamables. Si se dejan durante un tiempo prolongado sobre la piel, pueden irritarla. No son adecuados para desinfectar heridas abiertas, ya que pueden aumentar la lesión o favorecer la formación de un coágulo proteico bajo el cual los microorganismos pueden proliferar. Además, pueden dañar el cemento de los equipos ópticos. Su uso está contraindicado en lactantes y no se deben emplear en inmersión, ya que se evaporan.

### Oxidantes

Los oxidantes, como el peróxido de hidrógeno o agua oxigenada, y el permanganato potásico, son sustancias que tienen propiedades oxidantes y se utilizan para diversos fines desinfectantes.

El peróxido de hidrógeno se presenta en concentraciones de 3-6% como antiséptico y al 25% como esterilizador. Se utiliza principalmente para la desinfección de lentes de contacto blandas, prismas de tonómetros y endoscopios. Mientras libera oxígeno, actúa como germicida, desodorante y destruye la materia en putrefacción.

Sin embargo, los oxidantes son germicidas débiles y su efecto es fugaz cuando se aplican sobre heridas, ya que se descomponen rápidamente debido a la presencia de la catalasa en los tejidos. A pesar de esto, son efectivos contra los gérmenes anaerobios y se pueden utilizar en la limpieza de heridas con tejidos esfacelados.

Existen algunos inconvenientes asociados al uso de los oxidantes. Se inactivan fácilmente en contacto con materia orgánica, aire y luz. No deben utilizarse en heridas que ya han sido desbridadas y en las que hay tejido de granulación. Además, no se deben emplear en heridas profundas o cavidades cerradas sin salida para el oxígeno liberado.

Es importante tener en cuenta que el uso de agua oxigenada en la desinfección bucal puede provocar una hipertrofia temporal de las papilas filiformes de la lengua. En cuanto al permanganato potásico, ha sido desplazado por otros antisépticos más potentes y actualmente se utiliza con menos frecuencia.

## Desinfectantes

### Cloro y derivados

El cloro y sus derivados, como los hipocloritos y la lejía, son productos desinfectantes ampliamente utilizados, aunque en la actualidad están siendo reemplazados por alternativas menos tóxicas. Estos compuestos actúan oxidando las proteínas bacterianas e inactivando los ácidos nucleicos, lo que les confiere un amplio espectro microbicida.

En los productos comerciales, la concentración de hipoclorito de sodio varía entre el 1% y el 15%, siendo el 5% la concentración más utilizada, con 50 g de cloro por litro. En concentraciones altas, el hipoclorito de sodio actúa como un desinfectante de alto nivel. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las soluciones de cloro no deben almacenarse en envases destapados, ya que el cloro se evapora y su concentración disminuye.

En cuanto a su espectro de acción, el cloro y sus derivados son bactericidas, virucidas, fungicidas, microbactericidas, esporicidas y amebicidas. La mayoría de las bacterias son sensibles al cloro en concentraciones inferiores a una parte por millón. Estos desinfectantes se utilizan comúnmente en la desinfección de aguas, suelos, sanitarios y en la limpieza de ropa, superficies y artículos no críticos.

Sin embargo, es importante tener en cuenta algunos inconvenientes asociados al uso de estos productos. Son inestables y muy sensibles a la luz y al calor. Se inactivan en presencia de materia orgánica, lo que significa que la limpieza previa es fundamental para su eficacia. Además, pueden corroer los metales, excepto el acero, por lo que se debe tener precaución al utilizarlos en superficies metálicas. También son tóxicos en contacto con la piel o las mucosas, por lo que se debe evitar su exposición directa.

### Compuestos catiónicos o derivados del amonio

Los derivados del amonio cuaternario, como la Cetrimida, el Cetavlon y el cloruro de benzalconio, están ganando popularidad en detrimento de los cloruros como desinfectantes. Su actividad antimicrobiana se debe a su capacidad para romper las membranas y desnaturalizar las lipoproteínas de los microorganismos.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que no deben utilizarse en el tratamiento de heridas abiertas ni como antisépticos en general, ya que su acción microbicida es muy limitada. En cambio, estos compuestos son buenos agentes de limpieza.

En cuanto a su espectro de acción, los derivados del amonio cuaternario tienen efecto bactericida y fungistático. Suelen combinarse con otros antisépticos, como yodóforos o clorhexidina, para potenciar su eficacia. Estos desinfectantes son especialmente útiles en la desinfección de heridas causadas por mordeduras de animales, ya que ayudan a inactivar el virus de la rabia.

No obstante, es importante tener en cuenta algunos inconvenientes asociados al uso de estos productos. Pueden provocar irritación en la piel y las mucosas, por lo que se debe tener precaución al utilizarlos. Son incompatibles con tensoactivos aniónicos, derivados amoniocales e hipocloritos, por lo que no se deben mezclar con estos productos. También se inactivan con el jabón normal, por lo que deben utilizarse en ausencia de otros productos jabonosos.

Además, estos desinfectantes poseen una actividad muy limitada frente a los gérmenes Gram negativos, lo que limita su eficacia en ciertos casos. Algunos de estos compuestos, como el etilsulfato de mecetronio, son inflamables, por lo que se debe tener precaución al manipularlos.

## Aldehídos

Los aldehídos, como el formaldehído y el glutaraldehído, son desinfectantes que se utilizan principalmente en materiales, ya que son altamente irritantes para los tejidos vivos. Actúan mediante la alquilación, lo que altera la síntesis de los ácidos nucleicos y las proteínas. Estos compuestos se utilizan como desinfectantes de alto nivel (DAN).

En cuanto a su espectro de acción, los aldehídos son eficaces contra bacterias, hongos y virus. Debido a su alta potencia desinfectante, también se han utilizado como esporicidas para eliminar esporas microbianas.

El formaldehído es especialmente activo frente a bacterias, esporas y virus. Se puede utilizar en vaporizaciones dentro de una cámara cerrada para desinfectar materiales de gran volumen, como camas, colchones y equipos de anestesia. Sin embargo, es importante neutralizarlo posteriormente con vaporizaciones de amoníaco. El formaldehído tiene una toxicidad elevada, por lo que su uso se ha limitado a máquinas de aplicación específicas con protección especial para el personal.

El glutaraldehído, por otro lado, es eficaz contra una amplia gama de microorganismos, incluyendo virus, bacilos ácido-alcohol resistentes y esporas. Se utiliza para la desinfección, con un tiempo de exposición de 20-30 minutos, e incluso para la esterilización de instrumental termosensible mediante inmersión durante 10 horas, como endoscopios y fibroscopios. En la actualidad, es el agente más utilizado como DAN en equipos asistenciales, como endoscopios, laparoscopios, equipos de terapia respiratoria y equipos de anestesia. Sin embargo, su uso requiere una ventilación adecuada en habitaciones, contenedores cerrados y la protección adecuada según las instrucciones del fabricante. El glutaraldehído es irritante y tóxico, por lo que es crucial enjuagar perfectamente los aparatos desinfectados o esterilizados con este compuesto para evitar la toxicidad residual.

## Eficacia de la descontaminación microbiana de superficies<

1. **Observación directa:** Esta técnica implica realizar rondas de limpieza en las que observadores capacitados inspeccionan visualmente las superficies para detectar la presencia de suciedad, manchas o contaminación visible. Es importante contar con un equipo de observadores entrenados para asegurar una evaluación precisa.
2. **Marcado con tintas ultravioletas:** Se utilizan tintes especiales que son visibles bajo luz ultravioleta para marcar las superficies antes de la limpieza. Estos tintes permiten identificar si quedan rastros de suciedad o gérmenes después del proceso de descontaminación, ya que permanecerán visibles bajo la luz ultravioleta.
3. **Bioluminiscencia-ATP:** Este método se basa en la detección de adenosín trifosfato (ATP), que es un indicador de la presencia de materia orgánica, incluyendo restos celulares y microorganismos. Se utiliza un dispositivo de medición de bioluminiscencia que emite luz en respuesta a la presencia de ATP. Mediante esta técnica, se puede evaluar la eficacia de la descontaminación midiendo la disminución en los niveles de ATP en las superficies tratadas.
4. **Microbiología:** Esta técnica implica tomar muestras de las superficies después de la descontaminación utilizando hisopos estériles. Estas muestras se envían a un laboratorio de microbiología para su análisis y cultivo. Se busca identificar y contar la cantidad de microorganismos presentes en las muestras, lo que proporciona una indicación directa de la eficacia de la descontaminación.

# Esterilización

La esterilización es un proceso que busca la destrucción completa de cualquier forma de vida presente en un producto o superficie. Este proceso se dirige tanto a las formas activas de los microorganismos como a sus formas de resistencia, como las esporas.

La definición de esterilización de referencia establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) describe este proceso como una técnica de saneamiento que tiene como objetivo la destrucción de todas las formas de vida microbiana, tanto patógenas como no patógenas, incluyendo sus formas esporuladas altamente resistentes.

La esterilización es esencial en diversos ámbitos, especialmente en entornos médicos y de atención sanitaria, donde la eliminación completa de los microorganismos es crucial para prevenir infecciones y mantener un ambiente seguro. También se aplica en la industria alimentaria, farmacéutica y en otros sectores donde se requiere garantizar la ausencia total de microorganismos en productos o materiales.

Existen diferentes métodos de esterilización, como la esterilización por calor húmedo (autoclave), calor seco, radiación, agentes químicos esterilizantes, entre otros. La elección del método dependerá del tipo de producto, su resistencia al calor y la naturaleza de los microorganismos a eliminar.

## Material susceptible de ser esterilizado

**Vidrio:** Es un material rígido pero frágil, fabricado principalmente a partir de sílice. Se utiliza en la fabricación de botellas, tubos de ensayo y otros recipientes de laboratorio. El vidrio utilizado para fines de esterilización suele ser de tipo Pyrex, que es resistente a altas temperaturas y tiene mayor grosor y dureza.

Recomendaciones de esterilización para el vidrio: Se recomienda utilizar métodos de calor, como la esterilización por autoclave o calor seco, que no afecten negativamente al vidrio.

**Acero inoxidable:** Es un material compuesto principalmente por níquel, cromo y otros elementos químicos. El acero inoxidable es resistente a la oxidación, incluso en contacto con sustancias corrosivas. Se utiliza en la fabricación de instrumentos quirúrgicos, contenedores y cajas de instrumental.

Recomendaciones de esterilización para el acero inoxidable: El acero inoxidable puede ser esterilizado mediante métodos de calor, como la esterilización por autoclave. Sin embargo, se debe evitar el contacto con exceso de cloruros y sustancias ácidas o alcalinas que puedan dañarlo.

**Plásticos:** Los plásticos son polímeros que pueden ser naturales o sintéticos. Se utilizan ampliamente en el ámbito clínico, ya sea como componentes de equipos e instrumentos, como aislantes térmicos y eléctricos, o como material de empaque. Algunos plásticos comunes en el campo de la esterilización incluyen el nailon y el polietileno.

Recomendaciones de esterilización para los plásticos: La esterilización de plásticos puede ser un desafío, ya que muchos plásticos no resisten altas temperaturas.

**Látex:** El látex es un material derivado del caucho y se utiliza principalmente en la fabricación de guantes. Sin embargo, el látex puede ser problemático en términos de esterilización debido a su susceptibilidad al daño en contacto con detergentes y su rentabilidad en términos de reesterilización.

Recomendaciones de esterilización para el látex: Se recomienda utilizar guantes de látex de un solo uso para evitar problemas de reesterilización.

**Algodón:** El algodón es un material textil natural utilizado en la fabricación de ropa, ropa de cama y como envoltorio para material a esterilizar. Aunque el algodón puede resistir altas temperaturas, es propenso a dañarse y romperse fácilmente.

Recomendaciones de esterilización para el algodón: El algodón puede ser esterilizado utilizando métodos de calor, como la esterilización por autoclave.

**Textiles especiales:** Estos textiles están compuestos por una combinación de celulosa, nailon, poliéster y polipropileno. Se utilizan como envoltorios aislantes de la humedad y permeables a algunos métodos de esterilización.

Recomendaciones de esterilización para los textiles especiales: Estos textiles suelen ser compatibles con métodos de esterilización por calor, como la esterilización por autoclave.

## Métodos de esterilización

La esterilización del material se puede realizar mediante procesos físicos y químicos. A diferencia de la desinfección, donde los métodos químicos tienen un papel más relevante, en la esterilización los métodos físicos son más importantes. Al elegir el método de esterilización adecuado, es necesario tener en cuenta varios factores:

1. **Volumen del material:** Los equipos de esterilización tienen capacidades diferentes, y los tiempos de esterilización varían. Las autoclaves a vapor suelen tener una mayor capacidad, pero los equipos de peróxido de hidrógeno ofrecen tiempos de esterilización más cortos.
2. **Tipo de material:** Es importante considerar las incompatibilidades que pueden existir entre los distintos procedimientos de esterilización y los materiales utilizados. Cada método puede ser más adecuado para ciertos tipos de material.
3. **Rotación del material:** Si se dispone de poco instrumental, la rotación será más rápida y se requerirán tiempos de esterilización más cortos.
4. **Gasto por ciclo:** Los ciclos de esterilización mediante vapor suelen ser más económicos, mientras que los ciclos de peróxido son más costosos.
5. **Toxicidad:** Se debe tener en cuenta que algunos procedimientos utilizan sustancias etiquetadas como cancerígenas, como el óxido de etileno y el formaldehído. En cambio, el vapor de agua es no tóxico. Los residuos de los procedimientos con peróxido de hidrógeno son agua y oxígeno.

## Métodos físicos: Calor seco

### Flameado

Es un método de esterilización en el cual se pasa el material a través de la llama de un mechero de tipo Bunsen hasta que se vuelva incandescente. Se utiliza comúnmente en laboratorios de microbiología para esterilizar asas de siembra, tubos de vidrio o pipetas, mediante la aplicación directa de la llama. La alta temperatura generada por la llama elimina los microorganismos presentes en el material.

### Incineración

La incineración es un método de eliminación de residuos biopeligrosos mediante su combustión en hornos crematorios o incineradores especialmente diseñados. Sin embargo, este método no se utiliza para esterilizar material reutilizable, ya que la alta temperatura necesaria para la incineración puede dañar o destruir el material.

### Horno Pasteur o estufa Poupinel

Es un aparato utilizado para esterilizar material mediante aire seco caliente. Consiste en un compartimento de acero inoxidable en el cual se coloca el material limpio y seco en bandejas a distintas alturas. La temperatura dentro del horno es controlada por un termostato que suministra energía eléctrica. El objetivo es que el aire caliente, a altas temperaturas, destruya las proteínas microbianas mediante oxidación. Sin embargo, este método es lento y puede causar daños en los fillos de corte del material debido a las altas temperaturas requeridas.



Es importante tener en cuenta que, actualmente, existen otros métodos de esterilización que requieren temperaturas más bajas y que causan menos daño al material, por lo que el uso del horno Pasteur está prácticamente en desuso. La duración de esterilización en el horno Pasteur varía según la temperatura utilizada, siendo necesario un mayor tiempo a temperaturas más bajas. Por ejemplo, a 180°C se requiere un tiempo de 30 minutos, a 170°C se requiere 60 minutos, y a 160°C se requiere 120 minutos para esterilizar el material correctamente.

## Métodos físicos: Calor húmedo

### Autoclave

El autoclave es un método de esterilización que utiliza calor y vapor de agua para lograr la destrucción de microorganismos. El calor húmedo generado por el vapor saturado dentro del autoclave provoca la hidratación, coagulación e hidrólisis de las albuminas y proteínas presentes en las células microbianas, lo que resulta en su eliminación.



El autoclave es ampliamente utilizado como método de esterilización en la práctica diaria debido a su eficacia y facilidad de uso. Se utilizan programas específicos de esterilización en función del tipo de material que se va a esterilizar. A continuación, se mencionan algunos de los programas comunes de uso en el autoclave:

1. Textil e instrumental:
  - Temperatura de esterilización: 134 °C
  - Tiempo de esterilización: 10 minutos
2. Contenedores:
  - Temperatura de esterilización: 134 °C
  - Tiempo de esterilización: 5 minutos (se realizan dos procesos de 5 minutos cada uno)
3. Caucho:
  - Temperatura de esterilización: 121 °C
  - Tiempo de esterilización: 20 minutos

4. Especial priones:
  - Temperatura de esterilización: 134 °C
  - Tiempo de esterilización: 20 minutos
5. Rapid: Este programa es utilizado para la esterilización de material no poroso, instrumental en bandeja perforada y endoscopios rígidos.
  - Temperatura de esterilización: 134 °C
  - Tiempo de esterilización: 5 minutos

### Radiaciones ionizantes

Son un método de esterilización utilizado principalmente a nivel industrial. Este sistema se lleva a cabo a presión, a temperatura ambiente y con un tiempo de procesado variable. Es especialmente eficaz y económico para procesar grandes volúmenes de material. Por esta razón, es ampliamente utilizado en la esterilización de productos como envases y soluciones intravenosas, suturas quirúrgicas, material de implantes (prótesis), instrumental quirúrgico, jeringas, agujas, catéteres y sondas que se reciben en los hospitales envasados y estériles.

La acción de las radiaciones ionizantes se basa en su capacidad para inhibir la división celular al incidir directamente sobre los ácidos nucleicos. Esto resulta en una destrucción efectiva de los microorganismos y garantiza la esterilidad del material.

Es importante destacar que el uso de radiaciones ionizantes requiere de instalaciones especiales, que incluyen una fuente de radiación, como el cobalto 60, y envoltorios específicos para asegurar la seguridad durante el proceso de esterilización. Estas instalaciones deben cumplir con todas las regulaciones y normas de seguridad establecidas para el manejo adecuado de las radiaciones ionizantes.

### Filtros microporosos

Los filtros microporosos son un método de esterilización que se basa en la filtración. Estos filtros están diseñados con poros extremadamente pequeños, que van desde 0,01 a 1,1 micras de tamaño. Debido a su tamaño, actúan como una especie de criba o tamiz que impide el paso de bacterias, virus y micoplasmas, logrando así una acción esterilizante efectiva.

En particular, los filtros microporosos equipados con filtros de alta eficiencia de partículas (HEPA, por sus siglas en inglés) son capaces de ejercer un efecto bactericida al atrapar y retener las partículas y microorganismos presentes en los fluidos, líquidos y gases que pasan a través de ellos.

Estos filtros microporosos se utilizan ampliamente en entornos como quirófanos y habitaciones de aislamiento, donde se requiere mantener un ambiente estéril y libre de contaminantes. Su capacidad para eliminar microorganismos y partículas nocivas los convierte en una herramienta eficaz para garantizar la esterilidad de los fluidos y gases utilizados en estos entornos críticos.

## Sistemas químicos

### Óxido de Etileno

El óxido de etileno es el agente más utilizado en la esterilización en frío. Se trata de un gas con un punto de ebullición de 11°C. Su eficacia para eliminar microorganismos se basa en su capacidad para incorporarse a las cadenas proteicas, provocando su desnaturalización y destrucción.

Sin embargo, los ciclos de esterilización con óxido de etileno requieren un período prolongado de aireación, debido a que el gas es inflamable en presencia de oxígeno, altamente explosivo y tóxico por

inhalación. También puede irritar la piel y las mucosas, y se ha identificado como potencialmente carcinogénico y mutagénico.

El óxido de etileno puede emplearse puro o mezclado con dióxido de carbono u otros gases menos tóxicos para el medio ambiente, como el R 124. Su eficacia microbicida es muy elevada y permite la esterilización en un rango de temperatura de 32 a 57°C en un tiempo de 16 horas, incluyendo el período de aireación.

Es importante destacar que todos los objetos esterilizados con óxido de etileno deben someterse a un período de desorción mediante aireación forzada de 10 a 12 horas, ya sea en los propios equipos o en cabinas especialmente diseñadas para este propósito.

Los efectos tóxicos más importantes del óxido de etileno son de naturaleza crónica, como posibles efectos mutagénicos, cancerígenos y teratogénicos. Además, puede producir irritación en los ojos y la piel, afectar las vías respiratorias y causar trastornos digestivos y pulmonares. Por esta razón, es necesario tomar precauciones y seguir estrictas medidas de seguridad al utilizar este método de esterilización

### Glutaraldehído

Es un agente esterilizante que requiere que los objetos se sumerjan en el líquido durante un mínimo de ocho a diez horas para lograr su efecto. Después de este tiempo, es necesario enjuagar los objetos con agua destilada estéril. Aunque no se utiliza ampliamente en el entorno hospitalario como método de esterilización, se utiliza en objetos que no pueden soportar altas temperaturas, como endoscopios y fibroscopios.

El glutaraldehído presenta ventajas, como la capacidad de esterilizar a baja temperatura y no requerir instalaciones costosas. Sin embargo, también tiene inconvenientes, ya que es un compuesto irritante y tóxico, lo que requiere precauciones durante su uso para evitar la inhalación y el contacto con la piel y las mucosas. Es necesario utilizar recipientes con tapadera para su manipulación y el material esterilizado en este medio debe ser enjuagado con agua estéril.

### Formaldehído

Se utiliza a una temperatura similar al óxido de etileno, pero el tiempo máximo de aireación es de 2 horas. Sin embargo, el formaldehído es tóxico, carcinogénico y mutagénico, lo que implica tomar precauciones adicionales al utilizarlo.

### Ácido peracético

Se utiliza en una cámara cerrada con una solución al 2% a una temperatura de 35 °C. Es especialmente útil para la esterilización de endoscopios y cuenta con un programa rápido de 18 minutos. Sin embargo, este método no es adecuado para esterilizar material embolsado ni aquellos materiales que puedan dañarse por la humedad. Además, no es compatible con el aluminio.

### Plasma de baja temperatura de peróxido de hidrógeno

Es un método de esterilización que utiliza cartuchos con una solución de peróxido de hidrógeno al 58%, que se concentra durante el proceso hasta alcanzar el 89-90%. Mediante radiofrecuencia de 400 a 500 W, se transforma la solución en gas plasma, lo que impide que queden residuos de peróxido de hidrógeno. Al final del proceso, solo quedan agua y oxígeno como residuos finales, que son atóxicos.

Este método presenta varias ventajas, como la eliminación de residuos atóxicos, la ausencia de necesidad de aireación posterior del material esterilizado, su aptitud para destruir priones y ciclos cortos de esterilización. Además, es adecuado para esterilizar endoscopios flexibles.

Sin embargo, también tiene algunos inconvenientes, como incompatibilidades con el agua, materiales textiles y celulosa, así como con el cobre. Además, puede presentar limitaciones con endoscopios flexibles que tienen canales y el coste elevado del material fungible necesario.

## Plasma Gas

Es otro método de esterilización en frío que se basa en la actividad química de un desinfectante convencional en fase de vapor sometido a condiciones físicas especiales, como una fuerte carga electromagnética. Se considera como el sistema de esterilización en frío del siglo XXI.

## Sistemas de Control

### Indicadores del proceso

Los indicadores físicos en el contexto de la esterilización corresponden a diferentes dispositivos y registros que permiten seguir y monitorear el proceso de esterilización. Estos indicadores pueden ser digitales o analógicos, y pueden incluir registros gráficos circulares, continuos o alfanuméricos.

Entre los indicadores físicos utilizados se encuentran termómetros, presostatos, caudalímetros y otros dispositivos que registran parámetros relevantes del proceso de esterilización, como la temperatura, la presión y el caudal.

Uno de los indicadores físicos más importantes es el registro del desarrollo del ciclo de esterilización en el esterilizador. En algunos casos, este registro se realiza en papel impreso con información alfanumérica, mientras que en otros casos se representa gráficamente.

### Los indicadores químicos

Son sistemas de control utilizados en la esterilización que se basan en reacciones químicas que provocan cambios de color en ciertas sustancias cuando son sometidas al proceso. Estos indicadores se dividen en dos categorías: indicadores externos e indicadores internos.

Los indicadores externos se colocan en el exterior de los envases, como cintas adhesivas o etiquetas identificativas de los contenedores. Su función principal es diferenciar los paquetes que han sido sometidos al proceso de esterilización de los que no lo han sido. Sin embargo, no proporcionan información sobre la calidad del ciclo de esterilización.



Por otro lado, los indicadores internos son sistemas de control que se introducen en los paquetes junto con la carga. Estos indicadores determinan si se han alcanzado ciertas condiciones de temperatura, concentración de esterilizante, tiempo, etc., en el interior del envase. Cambian de color cuando se han cumplido esas condiciones específicas de tratamiento. Aunque no es necesario archivarlos, es común adjuntarlos a la historia clínica, especialmente cuando se trata de implantes, para tener un registro adicional de la esterilización realizada.

## Indicadores biológicos

Desempeñan un papel fundamental en la verificación y ratificación de la eficacia microbicida de los procesos de esterilización a lo largo del tiempo. Estos indicadores están compuestos por una tira de material poroso en la cual se ha inoculado una población conocida de microorganismos, generalmente los más resistentes. Existen diferentes tipos de indicadores biológicos, entre ellos:

1. **Ampollas:** Son ampliamente utilizadas y consisten en tiras de papel inoculadas con microorganismos en su interior, las cuales están provistas de un medio de cultivo. Estas ampollas se colocan junto con los objetos o materiales a esterilizar y se someten al proceso. Después del ciclo de esterilización, se incuba el contenido de la ampolla en condiciones adecuadas de temperatura y humedad. Si no hay crecimiento bacteriano en el medio de cultivo, se considera que el proceso de esterilización ha sido exitoso.
2. **Pruebas de lectura rápida:** Estas pruebas utilizan un sustrato que tiene la capacidad de volverse fluorescente al detectar una enzima activa asociada a las esporas de microorganismos. Si se produce fluorescencia, indica la presencia de microorganismos viables y puede indicar un error en el proceso de esterilización.



Los microorganismos utilizados en los indicadores biológicos suelen ser *Bacillus atrophaeus*, que se utiliza para el óxido de etileno y el formaldehído, y *Bacillus stearothermophilus*, que se utiliza en los ciclos de autoclave. Estos microorganismos son conocidos por ser resistentes y representativos de los microorganismos más difíciles de eliminar.

## Sistemas de control

El test de Bowie-Dick es una prueba diaria que se realiza para asegurar que los gases utilizados en la autoclave son condensables y que el proceso de esterilización se lleva a cabo correctamente. Este test tiene como objetivo verificar varios aspectos importantes:

1. **Eliminación del aire:** Se verifica si la eliminación del aire en el autoclave ha sido suficiente. Esto es crucial para garantizar que el vapor pueda penetrar adecuadamente en el producto y lograr una esterilización eficaz.
2. **Calidad y penetración del vapor:** Se evalúa si la calidad del vapor generado en la autoclave es adecuada y si logra una penetración completa en el material a esterilizar. Esto es fundamental para garantizar que todos los microorganismos presentes sean eliminados de manera efectiva.
3. **Ausencia de gases no condensables:** Se verifica si no hay gases presentes en el autoclave que no sean condensables. La presencia de estos gases puede interferir con el proceso de esterilización y comprometer su eficacia.

El test de Bowie-Dick se realiza durante el segundo proceso del día en la autoclave, generalmente después de un ciclo previo de calentamiento para asegurar condiciones de trabajo adecuadas. Se lleva a cabo por la mañana, antes de introducir cualquier material en el aparato.

El diseño de la prueba implica la creación de un paquete con toallas de algodón dobladas y apiladas horizontalmente, con dimensiones aproximadas de 22 x 30 x 27 cm. En el centro del paquete se coloca una hoja impresa con sustancias químicas reactivas al vapor saturado. Luego, el paquete se envuelve en papel crepado, se introduce en la autoclave y se coloca en la parte inferior y cerca de la puerta. A continuación, se ejecuta un programa de esterilización a 134 °C durante tres minutos para permitir el contacto con el vapor.

La interpretación de los resultados se realiza al verificar el color de las diferentes partes reactivas de la hoja impresa. Se busca constatar que el cambio de coloración ha sido homogéneo y coincide con el control establecido. Cualquier variación en la intensidad de la coloración en alguna de las partes indica la presencia de aire o gases y sugiere una penetración y contacto insuficientes con el vapor.

## Test de vacío

El test de vacío, también conocido como Test de Fugas, se utiliza como una verificación adicional del funcionamiento del esterilizador y la estanqueidad de la cámara. Es un procedimiento que complementa al test de Bowie-Dick y se lleva a cabo en situaciones específicas, como cuando se reemplazan piezas del esterilizador o cuando se obtiene un resultado incorrecto en el test de Bowie-Dick.

El objetivo principal del test de vacío es detectar cualquier fuga o escape de aire en la cámara del esterilizador que pueda comprometer la eficacia del proceso de esterilización. Durante el test, se crea un vacío en la cámara del esterilizador y se monitorea si se mantiene estable durante un período de aproximadamente 10 minutos. Si el vacío se mantiene sin cambios significativos, esto indica que la cámara está sellada adecuadamente y no hay fugas de aire.

Este test es importante para asegurar que la cámara del esterilizador esté en condiciones óptimas de funcionamiento y que no existan problemas que puedan afectar la esterilización adecuada de los materiales. Se realiza de manera periódica, especialmente después de realizar reparaciones o reemplazar componentes del esterilizador, para garantizar la integridad del sistema.

Al realizar el test de vacío, se obtiene información adicional sobre el estado del esterilizador y se complementa la información proporcionada por el test de Bowie-Dick. Si se detectan problemas durante el test de vacío, se deben tomar las medidas necesarias para solucionar cualquier fuga o mal funcionamiento antes de continuar con los procesos de esterilización.

## Material de embalaje

1. **Papel de fibra no tejida (papel crepado):** Este tipo de papel se utiliza en paquetes grandes y es adecuado para la esterilización mediante autoclave y óxido de etileno. Tiene una duración de 3 meses, lo que significa que después de este período, se recomienda su reemplazo para asegurar la eficacia de la esterilización y la integridad del embalaje.
2. **Papel mixto:** El papel mixto combina papel y un polímero transparente. Se utiliza en procesos de esterilización con autoclave, óxido de etileno y vapor de formaldehído. La caducidad del envasado simple es de 6 meses, mientras que el envasado doble tiene una caducidad de 12 meses. Después de estos períodos, se recomienda reemplazar el embalaje para mantener su funcionalidad y seguridad.
3. **Tyvek Mylar (fibra de polietileno):** Este material de embalaje cuenta con un indicador químico incorporado que ayuda a verificar la efectividad del proceso de esterilización. Tiene una caducidad de 12 meses, lo que significa que debe ser reemplazado después de este período para garantizar su fiabilidad y precisión como indicador.
4. **Contenedores rígidos:** Los contenedores rígidos son recipientes metálicos con diferentes formas y tamaños. Algunos contenedores tienen perforaciones, lo que los hace compatibles con la esterilización mediante autoclave, mientras que otros no tienen perforaciones y son adecuados para el calor seco. Estos contenedores tienen una caducidad de 6 meses, lo que implica que se recomienda su reemplazo después de este tiempo para asegurar su integridad y efectividad como medio de almacenamiento estéril.

