

## Esterilización, desinfección y control de las infecciones

Desde la época de los debates acerca de la teoría de la enfermedad como el producto de los gérmenes, la eliminación de los microbios antes de que lleguen a los pacientes ha sido una de las principales estrategias para prevenir la infección. De hecho, Ignaz Semmelweis aplicó con éxito los principios de la desinfección decenios antes de que se aislara la primera bacteria. Este capítulo analiza los métodos más importantes que se emplean para este fin en la práctica médica moderna. La comprensión de su funcionamiento tiene una importancia cada vez mayor en un contexto que incluye pacientes inmunocomprometidos, pacientes sometidos a trasplante, dispositivos permanentes y síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA).

### DEFINICIONES

Cuando se trata de organismos microbianos, **muerte y destrucción** se definen en función de la manera en que se detectan en un cultivo. En términos operacionales significan la pérdida de la capacidad para multiplicarse en cualquier conjunto conocido de condiciones. Esto se complica por el hecho de que los organismos que parecen desactivarse de manera definitiva a veces se pueden recuperar al tratarlos en la forma adecuada; por ejemplo, irradiar rayos ultravioleta (UV) sobre las bacterias puede dar por resultado la formación de dímeros de timina en el DNA, con pérdida de la capacidad para replicarse. Un periodo de exposición a la luz visible puede activar una enzima que rompe los dímeros y restaura la viabilidad mediante un proceso conocido como fotorreactivación. También existen mecanismos que no requieren de energía lumínica para la reparación del daño. Tales consideraciones son de gran importancia para la preparación de vacunas seguras a partir de organismos virulentos desactivados.

La ausencia de crecimiento de organismos no necesariamente indica esterilidad

La **esterilización** es la destrucción o eliminación completa de todos los organismos vivos en un sitio o materia particular. Puede realizarse por medio de incineración, tratamiento no destructivo con calor, con ciertos gases, exposición a radiación ionizante, con algunas sustancias químicas líquidas y por filtración.

La esterilización consiste en la destrucción de todas las formas de vida

La **pasteurización** es el uso del calor a una temperatura suficiente para desactivar los organismos patógenos importantes en líquidos como agua o leche, pero a una temperatura inferior a la que se necesita para garantizar la esterilización. Por ejemplo, calentar la

leche a una temperatura de 74 °C durante 3 a 5 segundos, o a 62 °C por 30 minutos, elimina las formas vegetativas de la mayoría de las bacterias patógenas que pudieran estar presentes sin alterar la calidad de este alimento. Como es obvio, las esporas no se destruyen con estas temperaturas.

La pasteurización utiliza calor para matar las formas vegetativas de las bacterias

La **desinfección** es la destrucción de microorganismos patógenos mediante procesos que no alcanzan los criterios de la esterilización. La pasteurización es una forma de desinfección, pero el término se aplica con más frecuencia al uso de agentes químicos en forma líquida conocidos como desinfectantes, los cuales casi siempre tienen un cierto grado de selectividad. Es posible que las esporas bacterianas, organismos con recubrimiento seroso (p. ej., micobacterias) y algunos virus muestren una considerable resistencia a los desinfectantes comunes. Los **antisépticos** son agentes desinfectantes que se pueden emplear sobre las superficies del cuerpo, como en la piel o en las vías vaginales, para reducir las cantidades de flora normal y los contaminantes patógenos. Tienen una toxicidad menor a los desinfectantes empleados al nivel ambiental, pero en general son menos activos en la eliminación de organismos vegetativos. **Sanitización** es un término menos preciso que significa un punto intermedio entre desinfección y limpieza; se emplea principalmente en contextos relacionados con quehaceres domésticos y preparación de alimentos.

La desinfección utiliza con diversos grados de eficacia algunos agentes químicos para destruir los patógenos

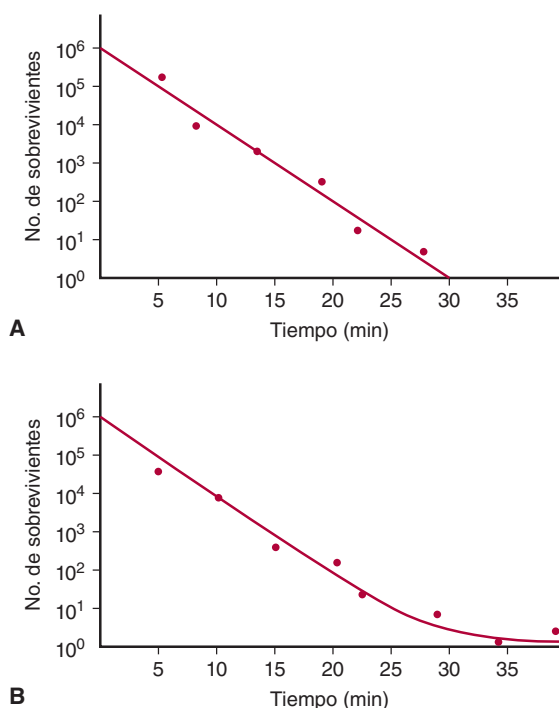
Las esporas son particularmente resistentes

El término **asepsia** describe los procesos diseñados para prevenir que los microorganismos alcancen un ambiente protegido. Se aplica en muchos de los procedimientos que se utilizan en el quirófano, en la preparación de agentes terapéuticos y para las manipulaciones técnicas en laboratorios de microbiología. Un componente esencial de las técnicas de asepsia es la esterilización de todo el material y equipo utilizados.

La asepsia se refiere a la esterilización y desinfección para crear un ambiente protector

### DESTRUCCIÓN MICROBIANA

La destrucción de las bacterias por medio del calor, radiación o sustancias químicas suele ser exponencial de acuerdo con el tiempo; es decir, con cada incremento en tiempo se destruye una proporción



**FIGURA 3-1. Cinética de la destrucción de bacterias. A.** Se muestra la destrucción exponencial en función de la magnitud de la población y del tiempo. **B.** La desviación de la línea recta, como ocurre con una población mixta, extiende el tiempo.

fija de organismos sobrevivientes. De este modo, si durante cada cinco minutos de exposición a una solución débil de desinfectante se elimina a 90% de una población de bacterias, una población inicial de  $10^6/\text{ml}$  se reduce a  $10^5/\text{ml}$  después de cinco minutos, a  $10^3/\text{ml}$  después de 15 minutos y, en teoría, a un microorganismo ( $10^0$ )/ml después de 30 minutos. La destrucción exponencial corresponde a una reacción de primer orden o hipótesis de “impacto único” en la que el cambio mortal afecta a un solo objetivo en el organismo y la probabilidad de destrucción es constante en el curso del tiempo. Por tanto, la gráfica logarítmica del número de sobrevivientes contra el tiempo es lineal (figura 3-1A); no obstante, la pendiente de la curva varía dependiendo de la eficacia del proceso de destrucción, el cual está bajo la influencia de la naturaleza del organismo, del agente letal, de la concentración (en el caso de desinfectantes) y de la temperatura. En general, la tasa de destrucción aumenta en forma exponencial en función de los incrementos aritméticos en la temperatura o en la concentración del desinfectante.

La destrucción de las bacterias sigue una cinética exponencial

Una consecuencia importante de la destrucción exponencial con la mayoría de los procesos de esterilización es que la esterilidad no es un término absoluto, sino que debe expresarse como una probabilidad. De este modo, continuando con el ejemplo anterior, la probabilidad de que haya un solo sobreviviente en 1 ml es, teóricamente, de  $10^{-1}$  después de 35 minutos. Si una probabilidad de  $10^{-9}$  fuera el riesgo máximo aceptable para un solo organismo superviviente en una muestra de 1 ml (p. ej., de un agente terapéutico), sería necesario continuar el procedimiento hasta un total de 75 minutos.

El logro de la esterilidad es una cuestión de probabilidad

Con frecuencia, una sencilla curva de impacto único no expresa en forma correcta la cinética de la eliminación. En el caso de algunas endoesporas bacterianas, es posible que transcurra un breve periodo (activación) antes de que comience la destrucción exponencial por calor. Si están implicados múltiples agentes, la curva experimental se desvía de la linealidad. Más importante es el hecho de que las poblaciones de microbios pueden incluir una pequeña cantidad de mutantes más resistentes o de organismos en un estado fisiológico que les confiere una mayor resistencia a la desactivación. En estos casos, las etapas posteriores de la curva se aplanan (figura 3-1B) y las extrapolaciones de la fase exponencial de la destrucción quizá subestimen el tiempo necesario para alcanzar una alta probabilidad de lograr una esterilización completa. En la práctica, los materiales que entran en contacto con los tejidos se esterilizan en condiciones que permiten un margen muy amplio de seguridad, y la eficacia de la desactivación de los organismos en las vacunas se prueba de manera directa con grandes volúmenes y multitud de muestras antes que el producto esté disponible para su uso.

Es posible que las subpoblaciones microbianas heterogéneas amplíen la cinética de eliminación

## ESTERILIZACIÓN

La disponibilidad de métodos confiables de esterilización ha hecho posibles los grandes avances en la cirugía y las técnicas médicas invasivas que han ayudado a revolucionar la medicina en el último siglo. Lo que es más, los procedimientos de esterilización constituyen la base de muchos métodos para conservación de alimentos, en particular dentro de la industria de alimentos enlatados. El cuadro 3-1 resume los diversos modos de esterilización que se describen en este texto.

### ■ Calor

El método más simple de esterilización consiste en exponer directamente al fuego la superficie a esterilizar, como se hace con el asa de alambre que se emplea en los laboratorios de microbiología. Es posible utilizar este método de manera igualmente eficaz para la esterilización urgente de una navaja o una aguja, por supuesto, el material desechable se descontamina de manera rápida y eficiente por medio de la incineración. La carbonización del material orgánico y la destrucción de microorganismos, incluyendo esporas, ocurre luego de la exposición a calor seco de  $160^\circ\text{C}$  durante dos horas en un horno para esterilización. Este método se puede aplicar a metales, cristal y algunos aceites y ceras resistentes al calor que no se mezclan con el agua y que, por tanto, no se pueden esterilizar en autoclave. Una aplicación importante del horno de esterilización por calor seco es en la preparación de equipo de vidrio para laboratorio.

La incineración es rápida y eficiente

El calor seco requiere  $160^\circ\text{C}$  por dos horas para destruir microorganismos

El calor húmedo en forma de agua o vapor es bastante más rápido y eficiente para la esterilización que el calor seco, debido a que las moléculas reactivas del agua desnaturalizan en forma irreversible las proteínas al alterar con temperaturas relativamente bajas los enlaces de hidrógeno entre los grupos peptídicos. La mayoría de las bacterias vegetativas importantes para las enfermedades en humanos se destruyen en unos cuantos minutos a  $70^\circ\text{C}$  o menos, aunque muchas esporas bacterianas (véase el capítulo 21) resisten la ebullición por periodos prolongados. Para las aplicaciones que requieren

CUADRO 3-1 Métodos de desinfección y esterilización			
MÉTODO	NIVEL DE ACTIVIDAD	ESPECTRO	USOS/COMENTARIOS
<b>Calor</b>			
Autoclave	Esterilización	Todos	Generales
Ebullición	Alto	Mayoría de los patógenos, algunas esporas	Generales
Pasteurización	Intermedio	Bacterias vegetativas	Bebidas, equipo plástico hospitalario
<b>Gas óxido de etileno</b>	Esterilización	Todos	Potencialmente explosivo, requiere ventilación
<b>Radiación</b>			
Ultravioleta	Esterilización	Todos	Poca penetración
Ionización	Esterilización	Todos	Generales, alimentos
<b>Agentes químicos</b>			
Alcohol	Intermedio	Bacterias vegetativas, hongos, algunos virus	
Peróxido de hidrógeno	Alto	Virus, bacterias vegetativas, hongos	Lentes de contacto; desactivado por materia orgánica
Cloro	Alto	Virus, bacterias vegetativas, hongos	Agua; desactivado por materia orgánica
Yodóforos	Intermedio	Virus, bacterias vegetativas, <sup>a</sup> hongos	Desinfección cutánea; desactivado por materia orgánica
Fenólicos	Intermedio	Algunos virus, bacterias vegetativas, hongos	Lavado de manos
Glutaraldehído	Alto	Todos	Endoscopios, otros equipos
Compuestos de amonio cuaternario	Bajo	La mayoría de bacterias y hongos, virus lipofílicos	Limpieza general; desactivado por materia orgánica

<sup>a</sup> Resultados variables con *Mycobacterium tuberculosis*.

esterilidad, el método de ebullición ha sido sustituido con el autoclave, ya que si se utiliza de manera correcta, garantiza la esterilidad al destruir todas las formas de microorganismos.

**La humedad permite la rápida desnaturalización de las proteínas**  
**El agua hirviente no elimina las esporas bacterianas**

En efecto, el **autoclave** es una sofisticada olla de presión (figura 3-2). En su forma más simple consiste en una cámara en la que es posible sustituir el aire con vapor puro saturado, a presión. El aire se retira por medio de evacuación de la cámara antes de llenarla con vapor o desplazando por una válvula en la base del autoclave, la cual permanece abierta hasta que se extrae todo el aire. Este último tipo, llamado **autoclave de desplazamiento por gravedad**, aprovecha el peso del aire en comparación con el vapor saturado. Cuando se ha sacado el aire, la temperatura en la cámara es proporcional a la presión del vapor; las autoclaves por lo general se operan a 121 °C, temperatura que se logra con una presión de 15 libras por pulgada cuadrada (6.8 kg por 6.4 cm<sup>2</sup>). En estas condiciones, las esporas expuestas directamente se eliminan en menos de 5 minutos, aunque el tiempo normal de esterilización es de 10 a 15 minutos para tomar en cuenta la variación en la capacidad del vapor para penetrar diferentes materiales y permitir un margen más amplio de seguridad. La velocidad de destrucción de los microorganismos aumenta en forma logarítmica con los aumentos aritméticos en la temperatura, de modo que una temperatura del vapor de 121 °C es mucho más eficaz que una temperatura de 100 °C. Por ejemplo, las esporas de *Clostridium botulinum*, que provocan botulismo, pueden sobrevivir a cinco horas de ebullición, pero se pueden destruir en cuatro minutos a 121 °C en un autoclave.

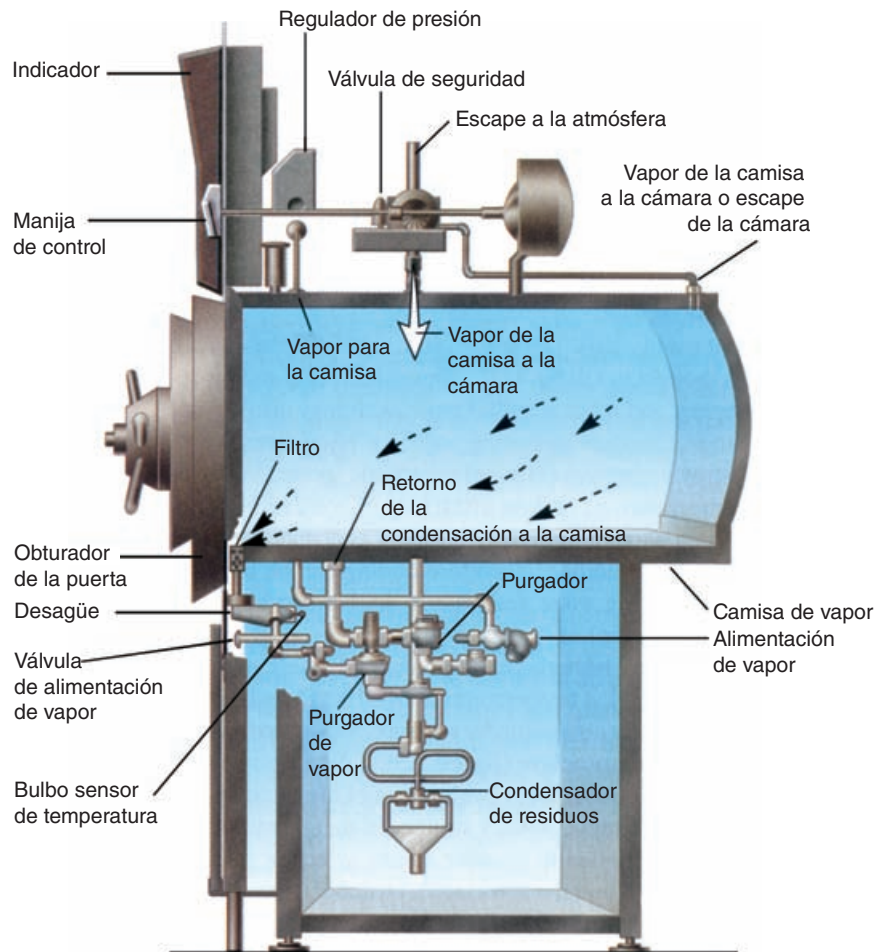
**El autoclave crea un aumento en la temperatura del vapor a presión**

**El vapor desplaza al aire en el autoclave**  
**La tasa de eliminación aumenta en forma logarítmica con los incrementos aritméticos en temperatura**

El uso de vapor saturado en el autoclave tiene otras ventajas. Un calor latente que equivale a 539 cal/g de vapor condensado se libera de inmediato al condensarse sobre las superficies más frías de la carga que va a esterilizarse. En consecuencia, la temperatura de la carga se eleva con gran rapidez hasta alcanzar la temperatura del vapor. La condensación también permite la rápida penetración del vapor en los materiales porosos, como los campos quirúrgicos, al producir una presión negativa relativa en la superficie, lo cual permite que una mayor cantidad de vapor entre en forma inmediata. Por ende, las autoclaves pueden usarse para esterilizar cualquier material que no se dañe con el calor y la humedad, como los líquidos termoestables, hisopos, la mayoría del instrumental, medios de cultivo y guantes de caucho.

**La condensación y el calor latente aumentan la eficacia del autoclave**

Es preciso que las personas que utilizan autoclaves comprendan los principios relacionados con ellos. Su eficacia depende de la ausencia de aire, del vapor puro saturado y del acceso del vapor al material que ha de esterilizarse. La presión en sí misma no tiene ninguna función en la esterilización aparte de ayudar al aumento en la temperatura del vapor. Este método puede fallar si se intenta esterilizar el interior de materiales que son impermeables al vapor o el contenido de empaques cerrados. En estas condiciones se alcanza una temperatura de 121 °C de calor seco, que no basta para eliminar incluso organismos vegetativos. Los grandes volúmenes de líquidos necesitan mayor tiempo de esterilización que las cargas normales, porque su temperatura debe llegar a 121 °C antes de iniciar el cronometraje. Cuando se esterilizan recipientes sellados que contienen



**FIGURA 3-2. Forma simple de autoclave de desplazamiento por gravedad.** (Reproducida con autorización de Willey J, Sherwood L, Woolverton C (eds.). *Prescott's Principles of Microbiology*. Nueva York: McGraw-Hill; 2008.)

líquidos, es esencial que el autoclave se enfríe antes de abrirlo o vaciarlo; de lo contrario, los recipientes pueden explotar cuando la presión externa desciende en comparación con la interna.

A fin de lograr la esterilización es necesario que ingrese el vapor saturado puro

Los materiales impermeables o con grandes volúmenes representan problemas especiales

Las autoclaves “instantáneas”, que se utilizan ampliamente en los quirófanos, con frecuencia emplean vapor saturado a una temperatura de 134 °C durante tres minutos. El aire y el vapor se extraen por medios mecánicos antes y después del ciclo de esterilización, de manera que los instrumentos metálicos puedan estar disponibles en forma rápida. El control de calidad de las autoclaves depende principalmente de asegurar que se logre la temperatura adecuada para la presión utilizada y que la carga y el cronometraje sean correctos. Existen indicadores biológicos y químicos de las condiciones adecuadas que se insertan de manera ocasional en las cargas.

Las autoclaves instantáneas utilizan 134 °C durante 3 minutos

### ■ Gas

Diversos artículos, en especial ciertos plásticos e instrumental óptico que se dañan o destruyen si se utiliza autoclave, pueden esterilizarse con gases. El **óxido de etileno** es un gas inflamable que es

potencialmente explosivo; es un agente alquilante que desactiva los microorganismos al reemplazar los frágiles átomos de hidrógeno en los grupos hidroxilo, carboxilo y sulfhidrilo, en especial en la guanina y adenina del DNA. Los esterilizadores de óxido de etileno se parecen a las autoclaves y exponen la carga a una mezcla de 10% de óxido de etileno en dióxido de carbono, a una temperatura de 50 a 60 °C, en condiciones controladas de humedad. En general, los tiempos de exposición son aproximadamente de 4 a 6 horas y deben ir seguidos de un periodo prolongado de ventilación para permitir que se difunda el gas de las sustancias que lo han absorbido. La ventilación es indispensable porque el gas absorbido puede causar daño a los tejidos o a la piel. El óxido de etileno es un mutágeno y en la actualidad existen precauciones especiales para garantizar la ventilación adecuada de los espacios de trabajo. Cuando se emplea en condiciones controladas, el óxido de etileno es un agente esterilizante eficaz para instrumentos sensibles al calor, como las válvulas cardíacas artificiales, que no pueden esterilizarse a la temperatura del autoclave. Otros agentes alquilantes, como el vapor de **formaldehído**, pueden usarse sin presión para descontaminar grandes áreas, como habitaciones, y los agentes oxidantes (peróxido de hidrógeno, ozono) tienen aplicaciones selectivas.

La esterilización con óxido de etileno se emplea con materiales sensibles al calor

Es necesaria la ventilación después de esterilizar con óxido de etileno

El formaldehído y otros agentes oxidantes son útiles en la esterilización

### ■ Luz ultravioleta y radiación ionizante

Los ácidos nucleicos absorben la luz ultravioleta con longitud de onda entre 240 y 280 nm, lo cual causa un daño genético que incluye la formación de los dímeros de timina que se mencionaron antes. El valor práctico de la esterilización con luz UV es limitado por su poca capacidad de penetración. Aparte del uso experimental de la luz UV como mutágeno, su aplicación principal es la irradiación del aire circundante en sitios críticos de hospitales y como auxiliar para la descontaminación de instalaciones de laboratorio donde se utiliza para manejar organismos en particular peligrosos. En estas situaciones, los organismos individuales expuestos se desactivan con rapidez. Es preciso recordar que la luz UV puede causar daño a la piel y ojos, por lo que los trabajadores expuestos a ella deben tener protección adecuada.

La luz UV causa daño directo al DNA

El uso de luz UV es limitado por cuestiones de penetración y seguridad

La **radiación ionizante** tiene bastante más energía que la luz UV. También causa daño directo al DNA y produce radicales libres tóxicos y peróxido de hidrógeno a partir del agua que está en el interior de las células microbianas. Los rayos catódicos y los rayos gamma, provenientes de cobalto-60, se utilizan de manera amplia en los procesos industriales, incluyendo la esterilización de muchos artículos quirúrgicos desechables, como guantes, jeringas de plástico, recipientes para muestras, algunos alimentos y similares, porque pueden empacarse antes de la exposición a la radiación penetrante. La radiación ionizante no siempre produce la desintegración física de los microbios muertos. Como consecuencia, los artículos de plástico esterilizados de esta manera pueden tener cantidades significativas de bacterias muertas, pero susceptibles a tinción. Los recientes brotes asociados con alimentos (*Escherichia coli*) y el bioterrorismo (carbunco) han ampliado el uso de la radiación ionizante.

La radiación ionizante daña al DNA

Se utiliza en artículos quirúrgicos y alimentos

Los organismos muertos pueden conservarse morfológicamente intactos y susceptibles a tinción

## DESINFECCIÓN

### ■ Métodos físicos

#### Filtración

Tanto los microorganismos vivos como muertos pueden eliminarse de líquidos mediante filtración por presión positiva o negativa. Los filtros de membrana, compuestos en general por ésteres de celulosa (p. ej., acetato de celulosa), están disponibles al nivel comercial con poros de 0.005 a 1  $\mu\text{m}$  de diámetro. Para la eliminación de bacterias, un diámetro de poro de 0.2  $\mu\text{m}$  es eficaz, porque los filtros no sólo actúan mecánicamente, sino también por adsorción electrostática de partículas a su superficie. La filtración se emplea para la desinfección de grandes volúmenes de líquidos, en especial aquellos que contienen componentes termolábiles como el suero. Para microorganismos más grandes que ese diámetro de poro, la filtración "esteriliza" esos líquidos. No se considera eficaz para la eliminación de virus.

Los filtros de membrana eliminan bacterias a través de mecanismos mecánicos y electrostáticos

### Pasteurización

La pasteurización implica la exposición de líquidos a temperaturas de 55 a 75 °C para eliminar todas las bacterias vegetativas importantes para las enfermedades en humanos; este proceso no afecta las esporas. La pasteurización se emplea comercialmente para hacer que la leche sea segura y ampliar su calidad en almacenamiento. Con los brotes de infección debidos a contaminación por *E. coli* enterohemorrágica (véase el capítulo 23), este método se ha ampliado (de manera renuente) a las bebidas frutales. Para consternación de algunos de sus compatriotas, Pasteur propuso la aplicación de este método a la fabricación de vinos para impedir la descomposición por microbios y la formación de vinagre. La pasteurización en agua a 70 °C durante 30 minutos es un método eficaz y poco costoso para eliminar de los equipos utilizados en terapia de inhalación los microorganismos que podrían multiplicarse en el moco y en el agua de humidificación.

Elimina bacterias, pero no esporas

Se utiliza para alimentos y equipo médico frágil

### Microondas

El uso de microondas en forma de hornos o unidades especialmente diseñadas es otro método de desinfección. Estos sistemas no trabajan a presión, pero es factible alcanzar temperaturas cercanas a la ebullición si existe humedad en ellos. En algunas situaciones se les está usando como alternativa práctica a la incineración para desinfección de desechos hospitalarios. Estos procedimientos no se pueden considerar como esterilización porque las esporas resistentes al calor pueden sobrevivir al proceso.

Las microondas eliminan microorganismos a través de la generación de calor

### ■ Métodos químicos

Si se cuenta con el acceso y el tiempo suficientes, los desinfectantes químicos causan la muerte de las bacterias patógenas en estado vegetativo. La mayoría de las sustancias son venenos protoplásmicos generales y no se utilizan en el tratamiento de infecciones aparte de las lesiones muy superficiales y se les ha reemplazado con antimicrobianos. Algunos desinfectantes, como los compuestos de amonio cuaternario, alcohol y yodóforos, reducen la flora superficial y pueden eliminar las bacterias patógenas que contaminan la superficie de la piel. Otros agentes, como los fenoles, son valiosos sólo para el tratamiento de superficies inanimadas o para desinfección de materiales contaminados. Todos están limitados e inactivados a diversos grados por la proteína y la suciedad y pierden considerable actividad al aplicarlos a otra cosa que no sean superficies limpias. Su actividad aumenta en forma exponencial con los incrementos en temperatura, pero la relación entre los aumentos en concentración y la eficacia de eliminación es compleja y variable para cada compuesto. Ya se han establecido las concentraciones óptimas de uso para todos los desinfectantes disponibles. A continuación se analizan en forma breve los principales grupos de compuestos utilizados en la actualidad.

La mayoría de los agentes son venenos protoplásmicos generales

Los desinfectantes se inactivan a diversos grados en función de la materia orgánica

Los desinfectantes químicos están clasificados según su capacidad de esterilización: los de alto nivel eliminan todos los agentes, excepto las esporas bacteriales más resistentes; los del nivel intermedio eliminan a todos los agentes, pero no las esporas; los de bajo nivel son activos contra la mayoría de las bacterias en estado vegetativo y los virus con envoltura de lípido.

[La actividad contra esporas y virus es diversa](#)

### Alcohol

Los alcoholes son desnaturizantes de proteínas que eliminan con rapidez las bacterias vegetativas cuando se aplican como soluciones acuosas en el rango de 70 a 95% de alcohol. Son inactivos contra esporas bacterianas y contra muchos virus. Las soluciones de 100% de alcohol deshidratan con rapidez a los organismos, pero no pueden eliminarlos, porque el proceso letal requiere moléculas de agua. El etanol (70-90%) y el alcohol isopropílico (90-95%) se emplean de manera general como descontaminantes cutáneos antes de procedimientos invasivos sencillos, como la punción venosa. Su efecto no es instantáneo y la tradicional torunda con alcohol, en particular cuando le sigue un dedo que busca la vena, es más simbólica que eficaz, porque no se da el tiempo suficiente para eliminar de manera significativa a los microorganismos. El alcohol isopropílico ha reemplazado en gran medida al etanol en los hospitales, ya que es un poco más activo y no está sujeto a mal uso en fiestas entre el personal o en el hogar.

[Los alcoholes requieren agua para una máxima eficacia](#)

[La acción del alcohol es lenta](#)

### Halógenos

El **yodo** es un desinfectante eficaz que actúa por yodación u oxidación de los componentes esenciales de la célula microbiana. Su empleo original fue como tintura de yodo al 2% en alcohol al 50%, que elimina con mucha más rapidez y eficiencia que el alcohol solo; esta preparación tiene la desventaja de que en ocasiones causa reacciones de hipersensibilidad y tiñe los materiales con los que entra en contacto. En la actualidad, la tinción de yodo se ha reemplazado en gran medida con preparados en los que el yodo se combina con portadores (povidona) o detergentes no iónicos; estos agentes, llamados **yodóforos**, liberan en forma gradual pequeñas cantidades de yodo. Causan menos manchas y deshidratación de la piel que las tinturas y se utilizan en general en la preparación cutánea previa a una cirugía. Aunque los yodóforos son menos alérgicos que las preparaciones inorgánicas de yodo, no deben emplearse en pacientes que tengan antecedentes de sensibilidad.

[La tintura de yodo en alcohol es eficaz](#)

[Los yodóforos combinan yodo con detergentes](#)

El **cloro** es un agente oxidante muy eficiente, lo cual explica su letalidad para los microbios. Existe como ácido hipocloroso en soluciones acuosas que se disocian para producir cloro libre a través de un amplio rango de pH, en particular en condiciones ligeramente ácidas. En concentraciones de menos de una parte por millón, el cloro es letal en segundos para la mayoría de las bacterias en estado vegetativo y desactiva la mayoría de los virus; su eficacia explica que se le utilice para lograr que el agua sea potable y en la cloración del agua de las albercas. El cloro reacciona rápidamente con la proteína y con muchos otros compuestos orgánicos, y su actividad se pierde con rapidez en presencia de materia orgánica. Esta propiedad, combinada con su toxicidad, lo hace ineficaz en las superficies del

cuerpo; no obstante, es la sustancia a elegir para descontaminar superficies y artículos de vidrio que se han contaminado con virus o esporas de bacterias patógenas. Para estos propósitos, en general se aplica como una solución al 5% llamada **hipoclorito**.

[La acción oxidativa del cloro es rápida](#)

[La materia orgánica reduce su actividad](#)

El uso de cloración para desinfectar las reservas de agua ha resultado insuficiente en algunos hospitales debido a la resistencia relativa de *Legionella pneumophila* a las concentraciones comunes de cloro. Algunas instituciones se han visto forzadas a aumentar la cloración con sistemas que agregan iones de cobre y plata al agua.

[Legionella puede resistir el cloro](#)

### Peróxido de hidrógeno

Es un poderoso agente oxidante que ataca la membrana de lípidos y otros componentes celulares. A pesar de que actúa con rapidez contra muchas bacterias y virus, elimina con menos rapidez las bacterias que producen catalasa y las esporas. El peróxido de hidrógeno ha sido útil en la desinfección de artículos como lentes de contacto, las cuales no son susceptibles a sus efectos corrosivos.

[El peróxido de hidrógeno oxida los componentes de la célula](#)

### Compuestos con actividad superficial

Los **surfactantes** son compuestos con grupos hidrófobos e hidrófilos que se adhieren y disuelven diversos compuestos o que alteran sus propiedades. Los detergentes aniónicos, como los jabones, son limpiadores muy eficaces, pero tienen poco efecto antibacteriano directo, quizá debido a que su carga es similar a la de la mayoría de los microorganismos. Los detergentes catiónicos, en particular los **compuestos de amonio cuaternario** como el cloruro de benzalcónio, son altamente bactericidas en ausencia de materia orgánica contaminante. Sus grupos hidrófobos e hidrófilos reaccionan con el lípido de la membrana celular de las bacterias, alteran las propiedades de superficie de la membrana y su permeabilidad y conducen a la pérdida de componentes esenciales y muerte de la célula. Estos compuestos tienen poca toxicidad para la piel y membranas mucosas y, en consecuencia, se han utilizado ampliamente por sus efectos antibacterianos en una concentración de 0.1 por ciento. Son inactivos contra las esporas y la mayoría de los virus. Los compuestos de amonio cuaternario empleados a concentraciones mucho mayores que las utilizadas en medicina (p. ej., 5-10%) se pueden usar para limpieza de superficies.

[Los grupos hidrófobos e hidrófilos de los surfactantes actúan sobre los lípidos en la membrana bacteriana](#)

[Tienen poca actividad contra los virus](#)

Cuando se utilizan compuestos de amonio cuaternario es necesario tener el mayor cuidado porque se adsorben a la mayoría de las superficies con las que entran en contacto, como el algodón, corcho e incluso polvo. Como resultado, es posible que sus concentraciones se reduzcan a un punto en el que ciertas bacterias, en particular *Pseudomonas aeruginosa*, pueden crecer en las soluciones de estos compuestos y luego causar infecciones graves. Se han registrado muchos casos de infecciones graves producto de la contaminación de preparaciones oftálmicas o de soluciones empleadas para el tratamiento de la piel antes de realizar procedimientos transcutáneos. También debe recordarse que los compuestos aniónicos neutralizan totalmente los detergentes catiónicos. De este modo, el efecto antibacteriano de los compuestos de amonio cuaternario se inactiva

con el jabón. Debido a estos problemas, en la mayoría de los casos dichos compuestos se han reemplazado con otros antisépticos y desinfectantes.

Los compuestos de amonio cuaternario se adsorben a las superficies y pueden contaminarse con bacterias

Los jabones neutralizan los detergentes catiónicos

### Fenoles

El **fenol** es un potente desnaturalizante proteínico y agente bactericida. Las sustituciones en la estructura del anillo de fenol han mejorado en forma sustancial su actividad y han proporcionado diversos fenoles y cresoles que son los descontaminantes ambientales más eficaces para utilizarse en la higiene hospitalaria. Las dudas sobre su liberación al ambiente en los desechos y drenajes de los hospitales han creado ciertas presiones para limitar su uso; es otro de los clásicos dilemas ambientales de nuestra sociedad: un compuesto que reduce el riesgo de enfermedad para un grupo puede elevarlo para otro. Las proteínas “disipan” menos al fenol que a la mayoría de los otros desinfectantes y estos compuestos tienen un efecto similar al de los detergentes sobre la membrana celular y con más frecuencia se formulan junto con jabones para aumentar sus propiedades limpiadoras. Son demasiado tóxicos para la piel y los tejidos como para utilizarlos como antisépticos, aunque es posible tolerar exposiciones breves. Son el ingrediente activo en muchos preparados para enjuague bucal y garganta irritada.

Son relativamente estables a las proteínas

La contaminación ambiental con fenoles y cresoles limita su uso

Dos compuestos de difenilo, el hexaclorofeno y clorhexidina, se han utilizado de manera general como desinfectantes cutáneos. El **hexaclorofeno** es principalmente bacteriostático. Incorporado al jabón, se acumula en la superficie de las células epiteliales a lo largo de 1 a 2 días de uso, produciendo un efecto inhibitorio constante sobre la flora cutánea y los contaminantes grampositivos, en tanto se continúe su uso. Fue el factor principal para el control de los brotes infecciosos graves por estafilococo en los cuneros durante los decenios de 1950-1959 y 1960-1969, pero se encontró que la absorción por la piel producía efectos neurotóxicos en algunos lactantes prematuros. Al aplicarlo en concentraciones excesivas, se descubrieron problemas similares en niños mayores. Ahora es una sustancia de venta restringida.

El hexaclorofeno se adhiere a la piel y eso aumenta su efectividad contra estafilococos

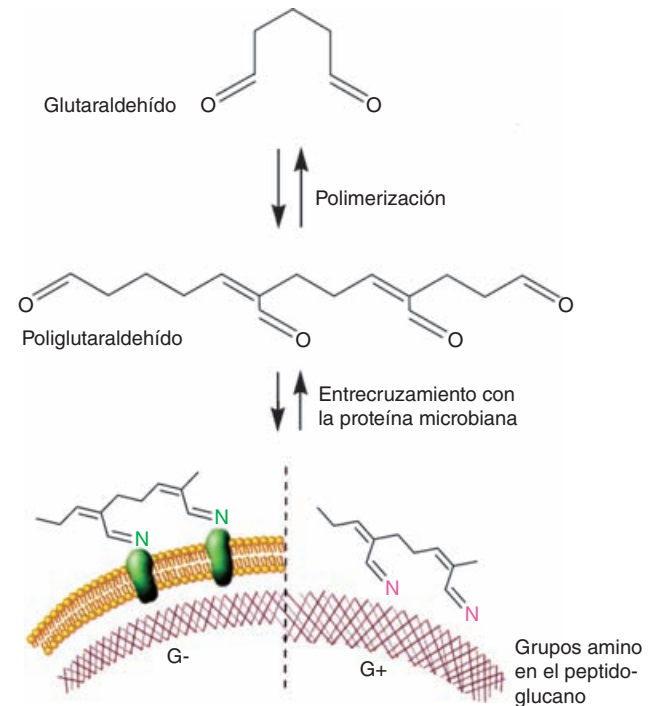
La absorción cutánea limita su uso

La **clorhexidina** ha reemplazado al hexaclorofeno como desinfectante rutinario para manos y piel, así como para otras aplicaciones tópicas. Tiene mayor actividad bactericida que el hexaclorofeno, sin su toxicidad, pero comparte con éste la capacidad de adherirse a la piel y producir un efecto antibacteriano persistente. Actúa alterando la permeabilidad de membrana de las bacterias tanto grampositivas como gramnegativas. Es una sustancia catiónica y, por ende, su acción se neutraliza con jabones y detergentes aniónicos.

La clorhexidina también se adhiere a la piel, pero es menos tóxica

### Glutaraldehído y formaldehído

El glutaraldehído y el formaldehído son agentes alquilantes muy letales para virtualmente todos los microorganismos (figura 3-3). El gas de formaldehído tiene propiedades irritantes, alérgicas y des-



**FIGURA 3-3. Acción del glutaraldehído.** El glutaraldehído se polimeriza y después reacciona con los aminoácidos en las proteínas (izquierda) o en el peptidoglicano bacteriano (derecha). Como resultado, presentan alquilación y se inactivan. (Reproducida con autorización de Willey J, Sherwood L, Woolverton C (eds.). *Prescott's Principles of Microbiology*. Nueva York: McGraw-Hill; 2008.)

agradables que limitan su empleo como solución o gas. El glutaraldehído es un eficaz agente desinfectante de alto nivel para aparatos que no pueden someterse al calor, como algunos instrumentos ópticos y equipo para terapia respiratoria. El vapor de formaldehído, un descontaminante ambiental eficiente en condiciones de elevada humedad, a veces se utiliza para limpiar los laboratorios que se han contaminado de manera accidental y general con bacterias patógenas, incluyendo aquellas como el bacilo de carbunco que forma esporas resistentes. Tales habitaciones se sellan para procesarlas y se ventilan por completo antes de ocuparlas de nuevo.

El glutaraldehído es útil para la descontaminación de equipo

### CONTROL DE LA INFECCIÓN E INFECCIONES INTRAHOSPITALARIAS

En todos los ambientes de atención a la salud existe cierto riesgo de infección. Los pacientes hospitalizados son particularmente vulnerables y los entornos hospitalarios son complejos. El control de la infección es el tema que corresponde en este punto para los principios y procedimientos que se describen aquí en relación con situaciones generales y especializadas, junto con las prácticas de asepsia para reducir estos riesgos. “Intrahospitalario” es un término médico que se aplica a todo aquello que se asocia con los hospitales. Las infecciones intrahospitalarias son las complicaciones que surgen durante las hospitalizaciones. La morbilidad, mortalidad y costos asociados con estas infecciones se pueden prevenir en un grado sustancial. El propósito del control de la infección en los hospitales

CUADRO 3-2		Fiebre puerperal en el Hospital General de Viena				
AÑO	DIVISIÓN I (UNIDAD DE ENSEÑANZA)			DIVISIÓN II (UNIDAD DE PARTERAS)		
	NACIMIENTOS	MUERTES MATERNAS	PORCENTAJES	NACIMIENTOS	MUERTES MATERNAS	PORCENTAJE
1846 <sup>a</sup>	4 010	459	11.4	3 754	105	2.7
1848 <sup>b</sup>	3 556	45	1.3	3 219	43	1.3

<sup>a</sup> Sin lavado de manos

<sup>b</sup> Primer año completo de lavado con cloro

es la prevención de infecciones intrahospitalarias por medio de la aplicación de los conceptos y métodos de la epidemiología.

### ■ Antecedentes: Semmelweis y la fiebre puerperal

El ejemplo supremo de la importancia fundamental de la epidemiología para la detección y control de las infecciones intrahospitalarias es el trabajo de Ignaz Semmelweis, que precedió por una década a los descubrimientos microbiológicos de Pasteur y Koch. Semmelweis era asistente de obstetricia en el Hospital General de Viena, donde nacían más de 7 000 niños cada año. La fiebre de las parturientas (endometritis puerperal), que ahora sabemos es causada principalmente por estreptococos del grupo A, era uno de los principales problemas al causar de 600 a 800 muertes maternas por año. Al revisar con mucha atención las estadísticas del hospital entre 1846 y 1849, Semmelweis mostró claramente que la tasa de mortalidad en una de las dos divisiones del hospital era 10 veces mayor que en la otra. La división I, que tenía la mayor tasa de mortalidad, era la unidad de enseñanza en la que todos los partos eran atendidos por obstetras y alumnos. En la división II, la atención de todos los partos estaba en manos de parteras. No existía epidemia similar en ningún otro sitio de la ciudad de Viena y la tasa de mortalidad era muy baja entre las madres que parían en casa.

La fiebre puerperal se asociaba con los obstetras en la unidad de enseñanza

Los partos atendidos por parteras u ocurridos en casa presentaban tasas menores

Semmelweis postuló que la diferencia esencial entre las divisiones I y II era la participación de médicos y estudiantes en las autopsias. A diario se realizaba la disección de uno o más cadáveres, algunos provenientes de los casos de fiebre puerperal y de otras infecciones. El lavado de manos era superficial y Semmelweis creía que esto permitía la transmisión de “partículas cadavéricas invisibles” por medio del contacto directo entre la madre y las manos del médico durante la exploración y el parto. Como contramedida, en 1847 demandó el lavado de manos con una solución de cloro hasta que las manos se sintieran resbalosas y hubiese desaparecido el olor a cadáver. Los resultados fueron espectaculares. El efecto completo del lavado con cloro se observó al comparar las tasas de mortalidad en las dos divisiones en 1846 y 1848 (cuadro 3-2). La tasa de mortalidad en la división I se redujo al mismo nivel que en la división II y ambas fueron menores a 2%.

Se sospechó la transmisión por los cadáveres

El lavado con desinfectante redujo las tasas de infección

Por desgracia, debido a su tipo de personalidad y al hecho de que no publicó su trabajo sino hasta 1860, la contribución de Semmel-

weis no se apreció en general durante su época. A medida que fue aumentando su frustración por la falta de aceptación de sus ideas, se volvió agresivo e irracional, alejando finalmente a sus primeros defensores; algunos creen que también sufrió de la enfermedad de Alzheimer. Murió en un manicomio en 1865, sin saber que con el tiempo su concepto de propagación a través del contacto directo se reconocería como el mecanismo más importante en las infecciones intrahospitalarias y que el lavado de manos seguiría siendo el medio más importante de control de infecciones en los hospitales.

### INFECCIONES INTRAHOSPITALARIAS Y SUS FUENTES

Las infecciones que ocurren durante cualquier hospitalización se adquieren ya sea en la comunidad o dentro del nosocomio. Las infecciones adquiridas en la comunidad se definen como aquellas presentes o que se están incubando al momento del ingreso. Todas las demás se consideran intrahospitalarias; por ejemplo, un caso de varicela dentro del hospital puede haberse adquirido en la comunidad si inició al quinto día de hospitalización (por estar en incubación) o nosocomial si el ingreso está más allá de los límites del periodo de incubación conocido (20 días). Las infecciones que aparecen poco después del alta (dos semanas) se consideran intrahospitalarias, aunque sea posible que algunas se hayan adquirido en casa. Los peligros infecciosos son inherentes al ambiente de los hospitales; es allí donde se alberga a los pacientes con infecciones más graves y que son más susceptibles, y donde con frecuencia les atiende el mismo personal.

Las infecciones adquiridas en la comunidad ocurrieron antes del ingreso

Las infecciones intrahospitalarias se adquieren dentro del hospital

Los agentes infecciosos responsables de las infecciones intrahospitalarias provienen de diversas fuentes, incluyendo la propia flora normal de los pacientes. Además de cualquier enfermedad o tratamiento que comprometa el sistema inmunitario, es posible que la hospitalización conlleve riesgos adicionales por tratamientos que atraviesan las barreras defensivas normales. La cirugía, el uso de catéteres urinarios o intravenosos, y los procedimientos diagnósticos invasivos pueden hacer que la flora normal tenga acceso a sitios que en general son estériles. Las infecciones en las que la fuente de los organismos es el hospital más que el paciente incluyen aquellas derivadas del personal, el ambiente y el equipo médico.

Las infecciones endógenas son parte del riesgo en hospitales

### ■ Personal del hospital

Los médicos, enfermeras, estudiantes, terapeutas y cualquier otra persona que entre en contacto con el paciente puede transmitir una infección. La transmisión de un paciente a otro se denomina **infec-**



**ción cruzada.** Con más frecuencia, el vehículo de transmisión es la falta de lavado de las manos del médico o enfermera. Otra fuente es el personal infectado. El origen de muchos brotes en hospitales se ha localizado entre el personal, en particular los médicos, que continúan atendiendo a los pacientes a pesar de tener una infección evidente. En general, la transmisión es por contacto directo, aunque también ocurre la transmisión aérea. Una tercera fuente es la persona que no está enferma, pero que es portadora de una cepa virulenta. Para *Staphylococcus aureus* y los estreptococos del grupo A, la portación nasal es la más importante, pero también se ha descubierto que en algunos brotes han estado implicados el perineo y el ano. Un portador oculto como fuente de la infección intrahospitalaria es menos frecuente que un médico que oculta un furúnculo o una enfermera que minimiza “la gripe”. Es difícil detectar al portador, a menos que la cepa epidémica tenga características distintivas o que las circunstancias epidemiológicas señalen a un solo individuo.

En general, la infección cruzada es por contacto directo  
El personal médico infectado es particularmente peligroso  
Los portadores pueden transmitir infecciones a los pacientes

## ■ Ambiente

El aire, las paredes, pisos, ropa blanca y cosas similares en los hospitales no son estériles y, en consecuencia, pueden ser fuente de organismos que provocan infecciones intrahospitalarias, pero en general se ha exagerado la importancia de esta vía. Con excepción de la cercanía inmediata de un individuo infectado o de un portador, la transmisión por aire o fomites es mucho menos importante que la causada por el personal o el equipo. Algunas excepciones notables suceden cuando el ambiente se contamina con *Mycobacterium tuberculosis* de un paciente o *Legionella pneumophila* en el suministro de agua. Es más probable que estos casos provoquen enfermedades cuando los organismos son numerosos o el paciente está particularmente vulnerable (p. ej., después de una cirugía cardíaca o trasplante de médula ósea).

La contaminación ambiental es relativamente poco importante  
*M. tuberculosis* y *Legionella* son riesgos

## ■ Instrumental médico

Gran parte del éxito de la medicina moderna se relaciona con los dispositivos médicos que apoyan o monitorean las funciones corporales. Por su misma naturaleza, el instrumental como catéteres y respiradores conlleva un riesgo de infección intrahospitalaria debido a que atraviesan las defensas normales, dando acceso a los microorganismos a líquidos y tejidos que normalmente son estériles. La mayoría de las causas reconocidas son bacterianas o fúngicas. El riesgo de infección se relaciona con el grado de debilitación del paciente y con diversos factores relacionados con diseño y manejo de los aparatos. Cualquier instrumental que atraviesa la piel o la barrera mucosa permite que la flora en el paciente o ambiente obtenga acceso a sitios más profundos alrededor de la superficie exterior. El posible acceso dentro del instrumental (p. ej., en el lumen) añade otro riesgo que en ocasiones es mayor. En algunos de los dispositivos, como los catéteres urinarios, es posible evitar la contaminación; en otros, como los respiradores, la esterilidad completa es imposible o impráctica.

El equipo que cruza las barreras epiteliales da acceso a los microbios

El riesgo de contaminación que conduce a infección aumenta si los organismos que obtienen acceso pueden multiplicarse dentro del sistema. La disponibilidad de agua, nutrientes y temperatura adecuada determinan en gran medida cuáles organismos sobrevivirán y se multiplicarán. Muchos de los bacilos gramnegativos, como *Pseudomonas*, *Acinetobacter* y miembros de las enterobacterias, pueden multiplicarse en ambientes que contienen agua y apenas cualquier otra cosa adicional. Las bacterias grampositivas por lo general requieren de mejores condiciones fisiológicas.

Las condiciones para el crecimiento bacteriano aumentan el riesgo

Incluso con las condiciones adecuadas para el crecimiento, se requieren muchas horas para que los organismos contaminantes se vuelvan numerosos. Estudios detallados de los catéteres e instrumental similar muestran que el riesgo de infección comienza a aumentar luego de 24 a 48 horas y es acumulativo incluso si el instrumento se cambia o desinfecta a intervalos. En consecuencia, es importante discontinuar los procedimientos transcutáneos en cuanto sea posible según las indicaciones médicas. El instrumental médico que se asocia con mayor frecuencia a las infecciones intrahospitalarias se lista en el siguiente texto. El riesgo de infección para los demás puede estimarse a partir de los principios analizados antes. Constantemente se están introduciendo nuevos dispositivos dentro de los servicios de atención médica, en ocasiones sin considerar de manera adecuada su potencial para provocar infecciones intrahospitalarias.

Los instrumentos transcutáneos o permanentes deberían cambiarse en cuanto sea posible

### Catéteres urinarios

Las infecciones de las vías urinarias (IVU) representan de 40 a 50% de todas las infecciones intrahospitalarias y cuando menos 80% se asocian con cateterización. El riesgo infeccioso de una sola cateterización urinaria se ha estimado en 1% y las sondas permanentes tienen un riesgo que puede ser hasta de 10 por ciento. La principal medida preventiva es el mantenimiento de un sistema completamente cerrado a través del uso de válvulas y reservorios de aspiración diseñados para prevenir el acceso de las bacterias dentro del catéter o bolsa colectora. Por desgracia, en última instancia ocurren roturas en los sistemas cerrados cuando el sistema está colocado por más de 30 días. La orina misma sirve como un excelente medio de cultivo una vez que la bacteria ha tenido acceso.

Incluso los sistemas cerrados de drenaje urinario son invadidos

### Catéteres vasculares

Las agujas y catéteres plásticos colocados en venas (o, con menos frecuencia, en arterias) para la administración de líquidos, monitoreo de funciones vitales o procedimientos diagnósticos, son una de las causas principales de bacteriemia intrahospitalaria. Siempre debería sospecharse de ellos como fuente de organismos cuando los cultivos sanguíneos sean positivos, sin un sitio primario aparente para la bacteriemia. En general, la contaminación en el sitio de inserción es por estafilococos, con un crecimiento continuado en la punta del catéter. Es posible que los organismos tengan acceso en algún punto en las vías, válvulas, bolsas o botellas de soluciones intravenosas próximas al sitio de inserción. Esta última circunstancia involucra en general bacilos gramnegativos. Las medidas preventivas incluyen asepsia en la técnica de inserción y atención apropiada de las vías, incluyendo cambios a intervalos regulares.

La piel es la principal fuente de contaminación intravenosa

## Respiradores

Las máquinas que ayudan o controlan la respiración al insuflar aire directamente en la tráquea tienen un gran potencial para causar neumonía intrahospitalaria si el aerosol que utilizan llega a contaminarse. El crecimiento de bacterias es significativo sólo en partes del sistema que contienen agua; en los sistemas que emplean nebulizadores, las bacterias pueden estar suspendidas en las gotas de agua que son lo suficientemente pequeñas como para llegar a los alvéolos. Los organismos involucrados incluyen *Pseudomonas*, enterobacterias y una amplia variedad de bacterias ambientales como *Acinetobacter*. La principal medida de control es el cambio y desinfección periódicos de los tubos, reservorios y boquillas de los nebulizadores.

[El cambio controla la contaminación de los nebulizadores](#)

## Sangre y productos de la sangre

Las infecciones relacionadas con el contacto con la sangre y sus productos por lo general son más un riesgo para los trabajadores de la salud que para los pacientes. Las manipulaciones que abarcan desde la flebotomía y la hemodiálisis hasta la cirugía conllevan un riesgo de que la sangre que contiene un agente infeccioso pueda llegar a las membranas mucosas o piel de los trabajadores de la salud. Los principales agentes transmitidos de este modo son la hepatitis B, hepatitis C y el virus de inmunodeficiencia humana (VIH). El control requiere atención meticulosa a los procedimientos que previenen el contacto directo con la sangre, como el uso de guantes, gafas protectoras y batas. El riesgo de cortes y pinchazos con jeringas entre los trabajadores de la salud se acerca a 2%. La identificación de los portadores del virus de hepatitis y del VIH es una parte de las medidas de protección que debe equilibrarse con las consideraciones acerca de la privacidad del paciente. Todas las instituciones de salud tienen políticas establecidas acerca de la vigilancia serológica de los pacientes y de los procedimientos que se seguirán (p. ej., pruebas, profilaxis) cuando ocurren accidentes relacionados con la sangre. De manera similar, los productos para transfusión se someten a detecciones generales para proteger a los receptores.

[El riesgo de hepatitis B, hepatitis C y VIH se relaciona con la manipulación de la sangre](#)

[Las políticas institucionales establecen la detección](#)

## CONTROL DE INFECCIONES

El control de las infecciones es la suma de todos los medios utilizados para prevenir las infecciones intrahospitalarias. En términos históricos, dichos métodos se han desarrollado como una parte integral del estudio de las enfermedades infecciosas y a menudo cumplen una función como elementos esenciales en la demostración de la etiología infecciosa. El lavado de manos de Semmelweis es el primer ejemplo. Posteriormente, en el siglo XIX, Joseph Lister logró una reducción notable en las infecciones de las heridas quirúrgicas mediante la infusión de un antiséptico fenólico en las incisiones. Esta destrucción local de los organismos se denominó **antisepsia** y a veces incluía la aplicación liberal de desinfectantes, incluyendo aerosoles, en el ambiente. A medida que se fue reconociendo que la infección en las heridas no era inevitable, el énfasis cambió en forma gradual hacia prevenir el contacto entre los microorganismos y los sitios susceptibles, concepto llamado **asepsia**. La asepsia, que combina la contención con los métodos de esterilización y desinfección que se analizaron antes, es el concepto central

en el control de infecciones. Las medidas que se toman para lograr la asepsia son diversas, dependiendo de si las circunstancias y el ambiente son más similares a los del quirófano, pabellón hospitalario o clínica para pacientes ambulatorios.

[La antisepsia se dirige contra los organismos contaminantes](#)

[La asepsia previene la contaminación](#)

## ■ Asepsia

### Quirófano

El área de cirugía y el quirófano representan las aplicaciones más controladas y rígidas de los principios de la asepsia. El procedimiento comienza con un lavado quirúrgico de la piel sobre el área quirúrgica y las manos y antebrazos de todas las personas que tendrán contacto con el paciente. El uso de campos estériles, batas e instrumental sirve para prevenir la transmisión por contacto directo, y los gorros y mascarillas reducen la transmisión aérea del personal a las incisiones. Como aprenden todos los estudiantes la primera vez que ingresan a la sala de operaciones, incluso la manera de vestirse y moverse por el quirófano se especifica de manera rígida y quienes participan tienen que asumir una actitud aséptica estricta, al igual que ponerse mascarillas y batas. En general, el nivel de bacterias en el aire se relaciona más con el número de personas y la cantidad de movimiento en el quirófano que con el aire que ingresa. El efecto final de estos procedimientos es establecer una cortina estéril alrededor del sitio de la operación, con lo cual se minimiza el contacto con los microorganismos. Las medidas asépticas quirúrgicas también se emplean en otras áreas donde se realizan procedimientos invasivos especiales, como la cateterización cardíaca.

[Los campos e instrumentos estériles previenen el contacto de los organismos con la herida](#)

[Las bacterias aéreas se relacionan con el personal en el quirófano](#)

### Pabellones hospitalarios

Aunque en teoría es deseable, los procedimientos asépticos estrictos de los quirófanos resultan imprácticos en el ambiente de un pabellón. La asepsia se practica mediante el uso de jeringas, medicamentos, vendajes y otros artículos esterilizados que podrían servir como vehículos de transmisión si se contaminaran. La técnica de “no tocar” al examinar las heridas y cambiar los vendajes elimina el contacto directo con cualquier objeto no esterilizado. Los procedimientos invasivos como la inserción de sondas y las punciones lumbares se realizan utilizando precauciones asépticas similares a las empleadas en la sala de operaciones. En todas las circunstancias, el lavado de las manos entre los contactos con los pacientes es la precaución aséptica más importante.

[Lavarse las manos es la medida más importante](#)

### Clínica para pacientes ambulatorios

Las prácticas generales de asepsia utilizadas en el pabellón hospitalario también son apropiadas como medidas preventivas en el trato con pacientes ambulatorios. El potencial de infección cruzada en la clínica o en la sala de espera es obvio, pero poco se ha estudiado acerca de las medidas de prevención. Siempre que sea posible, debería aislarse a los pacientes de quienes se sospeche infección utilizando técnicas similares al aislamiento que se emplea en los pabellones. La sala de reconocimiento puede utilizarse en forma análoga a las habitaciones privadas en un pabellón hospitalario. Aunque este

CUADRO 3-3		Medidas para la prevención de infecciones intrahospitalarias				
MEDIDA	HABITACIÓN	LAVADO DE MANOS <sup>a</sup>	GUANTES	BATAS	MASCARILLA <sup>b</sup>	ENFERMEDADES TÍPICAS
<b>Universal</b>		Luego de retirar los guantes, entre pacientes	Sangre, contacto con líquidos, luego de tocar la piel	Sangre, contacto con líquidos, durante procedimientos	Durante procedimientos	Todas
<b>Basada en la transmisión</b>						
Aérea	Privada, presión negativa <sup>c</sup>	Luego de retirar los guantes, entre pacientes	Ingreso a la habitación	Ingreso a la habitación	Ingreso a la habitación o respirador <sup>d</sup>	Sarampión, varicela, tuberculosis <sup>d</sup>
Por gotas	Privada <sup>e</sup>	Luego de retirar los guantes, entre pacientes	Sangre, contacto con líquidos	Sangre, contacto con líquidos	A 1 metro de distancia del paciente	Meningitis, tos ferina, peste, influenza
Por contacto	Privada <sup>e</sup>	Luego de retirar los guantes, entre pacientes	Ingreso a la habitación	Contacto con el paciente	—	Diarrea infecciosa, <sup>f</sup> heridas infectadas por <i>S. aureus</i>

<sup>a</sup> Uso de jabón desinfectante.

<sup>b</sup> Mascarilla quirúrgica estándar; gafas protectoras.

<sup>c</sup> La presión de la habitación debe ser negativa en relación con el área circundante y la circulación debe extraerse a la parte externa del edificio.

<sup>d</sup> Para pacientes con diagnóstico o sospecha de tuberculosis, debe portarse un respirador/mascarilla con filtro especial.

<sup>e</sup> Es posible dejar abierta la puerta, y los pacientes con el mismo organismo pueden compartir habitación.

<sup>f</sup> En particular *Clostridium difficile*, *Escherichia coli* O:157, *Shigella* y paciente con incontinencia que elimina rotavirus o hepatitis A por las heces.

método es difícil debido a la rotación de pacientes, debe intentarse en caso de infecciones que requerirían aislamiento estricto o respiratorio en el hospital.

Las salas de espera representan un riesgo

### ■ Procedimientos de aislamiento

Los pacientes con infecciones plantean dificultades especiales porque pueden transmitir sus infecciones a otros pacientes, ya sea de manera directa o por contacto con un miembro del personal. Este riesgo adicional se controla a través de técnicas de aislamiento que establecen barreras entre el paciente infectado y otras personas en el pabellón. Debido a que no todos los pacientes infectados muestran signos, síntomas, o ambos, que provoquen sospecha, deben tomarse algunas precauciones con todos los pacientes. En el sistema que recomiendan los *Centers for Disease Control and Prevention*, estas precauciones se conocen como **medidas universales** e incluyen el uso de batas y guantes cuando se esté en contacto con la sangre o secreciones del paciente. Todas ellas se dirigen en particular a proteger a los trabajadores de la salud del VIH y de la infección por hepatitis. Con aquellos en los que existen sospechas o confirmación de una infección, se toman precauciones adicionales, cuya naturaleza está determinada por el modo conocido de transmisión del organismo. Estas **medidas basadas en la transmisión** se dividen en aquellas dirigidas a la vía aérea, por gotas y por contacto. Las precauciones para la transmisión **aérea** se utilizan para infecciones que, según se sabe, se transmiten por medio de partículas extremadamente pequeñas (menos de 5 µm) suspendidas en el aire. Esto requiere que la circulación del aire en la habitación se mantenga con una presión negativa en relación con el área circundante y con extracción al exterior. Aquellos que ingresen a la habitación deben usar mascarillas quirúrgicas y, en el caso de la tuberculosis, respiradores especialmente diseñados. Las precauciones para la transmisión por **gotas** son para infecciones en las que los organismos están

suspendidos en gotas más grandes, que pueden ser aéreas, pero que en general no viajan más de 1 metro con respecto al paciente que las genera; por otra parte, pueden contenerse empleando batas, guantes y mascarillas cuando se trabaja cerca del paciente. Las precauciones para la transmisión por **contacto** se utilizan en infecciones que requieren contacto directo con los organismos o que se comunican por medio de las secreciones del paciente. Las infecciones diarreicas son de especial cuidado debido al grado en que contaminan el ambiente. Los detalles de las precauciones y los ejemplos de agentes infecciosos típicos se resumen en el **cuadro 3-3**.

Las medidas universales protegen del VIH a los trabajadores de la salud

Las medidas para la transmisión bloquean las vías aérea, por gotas y por contacto

### ■ Organización

Los hospitales modernos están obligados a tener programas formales para el control de infecciones que incluyen un comité de control de infecciones, un servicio de epidemiología y actividades educativas. El comité de control de infecciones está formado por representantes de diversos servicios médicos, administrativos, de enfermería, de mantenimiento y de apoyo. El comité establece los procedimientos de control de infecciones de la institución y revisa con regularidad la información sobre el nivel de las infecciones intrahospitalarias en el nosocomio. Cuando las circunstancias así lo justifican, el comité debe contar con autoridad para tomar acciones drásticas, como la clausura de una unidad hospitalaria o la suspensión de los privilegios de un médico.

Los programas de control de infecciones determinan e imponen las políticas

El servicio de epidemiología es el brazo armado del comité de control de infecciones. Uno o más epidemiólogos que en general

tienen antecedentes en enfermería llevan a cabo sus funciones. Este trabajo requiere familiarización con microbiología clínica, epidemiología, enfermedades infecciosas y procedimientos hospitalarios, al igual que una inmensa diplomacia. Las actividades principales son vigilancia e investigación de brotes. La vigilancia se refiere a la obtención de datos en los que se documente la frecuencia y naturaleza de las infecciones intrahospitalarias para detectar las desviaciones con respecto a las normas institucionales o nacionales. Aunque las muestras microbiológicas rutinarias del ambiente del hospital no tienen ningún valor, pueden ser útiles los programas en los que se toman muestras de algunos de los instrumentos médicos de los que se sabe representan peligros intrahospitalarios. La investigación inmediata de brotes potenciales permite la temprana implementación de medidas preventivas. Es probable que esta actividad

sea la función más importante del servicio de epidemiología. La sospecha del aumento en el número de infecciones conduce a una investigación para verificar los datos, establecer asociaciones epidemiológicas básicas y relacionarlas con medidas de prevención. La principal preocupación es la infección cruzada, en la que un organismo virulento se transmite de un paciente a otro.

[Se requieren vigilancia epidemiológica e investigación de brotes](#)

### ■ **Prevención**

La prevención de infecciones intrahospitalarias se basa en el conocimiento esencial y aplicado que se obtiene de este libro. Aplicados con sentido común, estos principios pueden prevenir enfermedades y reducir los costos de la atención médica.