

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTÍNUA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

LAVANDERÍA EN HOSPITALES

MÓDULO II.

**ASPECTOS BIOLÓGICOS
PRINCIPALES AGENTES DESINFECTANTES**

20 HORAS

CI-088 DE LUNES A VIERNES DE : 9:00 A 13:00 HORAS

DEL 31 DE JULIO AL 4 DE AGOSTO DE 2006

CAPACITADOR: M. EN C. DORAIDA SOCORRO RODRÍGUEZ SORDÍA

INDICE

MÓDULO II: ASPECTOS BIOLÓGICOS

- 1 ¿Qué es un virus?
- 2 ¿Qué es una bacteria?

MÓDULO III: PRINCIPALES AGENTES DESINFECTANTES

1. Germicidas
- 2 Bactericidas
3. ¿Cómo funcionan los agentes desinfectantes?
4. Cuidados en el manejo de los agentes desinfectantes
5. Productos que se utilizan para limpiar o lavar la ropa
- 6 Técnicas de lavado de ropa

OBJETIVO GENERAL

Al término del curso el participante aprenderá los mecanismos necesarios para evitar la proliferación de infecciones intrahospitalarias (nosocomiales) a través del vestuario utilizado en las Unidades Hospitalarias.

INTRODUCCIÓN

A pesar de los niveles de control conseguidos y a la sistemática concientización del personal sanitario, las infecciones nosocomiales (intrahospitalarias) siguen siendo un problema relevante en la mayoría de los hospitales del mundo, lo cual se debe fundamentalmente a:

- la mayor frecuencia de pacientes con alta susceptibilidad a las infecciones,
- la aparición de microorganismos susceptibles a los antibióticos,
- el aumento de la complejidad de las intervenciones realizadas y la realización de procedimientos invasivos, y
- la notable repercusión social de unos resultados que siempre se intentan evitar pero que son inherentes a la hospitalización, en la que no es posible ofrecer ni asegurar a los pacientes un riesgo de infección cero.

Si se considera como infección intrahospitalaria la multiplicación de un organismo parasitario dentro del cuerpo que puede o no dar sintomatología, habiendo sido adquirido durante la hospitalización del paciente, resulta de gran importancia como factor de riesgo el uso y manipulación de la ropa hospitalaria por el contacto directo que ésta presenta con los pacientes.

La lucha contra las infecciones nosocomiales es un deber de todo el personal de la salud, ya que el hospital debe aprovechar y fomentar iniciativas y aportaciones de los distintos servicios involucrados, para lo que se deben establecer equipos de trabajo que desarrollen objetivos consensuados, así como equipos mixtos de vigilancia o grupos de trabajo para elaborar programas de prevención.

Todos los hospitales deben disponer de un equipo humano que se ocupe de la vigilancia, prevención y control (VPC) de las infecciones nosocomiales. En el ámbito hospitalario, en México, la organización y la estructura para la vigilancia de las infecciones nosocomiales se conforma por la UVEH (Unidad de Vigilancia Epidemiológica Hospitalaria) y el CODECIN (Comité para la Detección y Control de las Infecciones Nosocomiales).

En este Curso se abordará el estudio de antisépticos y desinfectantes, con diferentes actividades antibacterianas, los cuales contribuyen a lograr el adecuado estado higiénico-sanitario dentro de las instalaciones hospitalarias.

MODULO II. ASPECTOS BIOLÓGICOS

1. ¿QUÉ ES UN VIRUS?

Responderemos a la pregunta primeramente en sentido negativo. Un **virus** no es una bacteria, ni un organismo capaz de vida independiente, ya que un virus no puede sobrevivir si no existe una célula viva en la que pueda sintetizar copias de sí mismo (replicarse). Los antibióticos no hacen ningún daño a los virus; por eso, por ejemplo, debemos fijarnos en el tratamiento contra la gripe el cual apunta principalmente a aliviar los síntomas de la enfermedad y no a matar al agente causante de ella.

La explicación de lo que es un virus no es sencilla, ya que un virus no está estrictamente vivo, tampoco está estrictamente muerto... un virus tiene dentro de sí información fundamental (genes hechos de ADN o ARN) que le permite hacer copias de sí mismo¹. Sin embargo, el virus debe estar dentro de una célula viva para poder utilizar esa información. La "entrada" de un virus en una célula es lo que se conoce como **infección viral**². Mientras el virus se encuentre fuera de una célula, se comportará como una partícula inerte, sin vida (llamada **virion**); pero una vez que el material genético del virus entra a una célula huésped, éste se transforma en una especie de "parásito intracelular" capaz de replicarse.

El virus es muy pequeño con relación al tamaño de una célula viviente, por lo que la información que lleva consigo no le alcanza para replicarse; por eso usa los mecanismos de la célula y algunas de sus enzimas para generar partes de virus que pueden dejar la célula original para infectar a otras.

Sin embargo, la entrada de un virus a una célula no siempre resulta en la replicación inmediata del virus, muchos de éstos pasan a un estado de *latencia*, en el cual el genoma viral permanece al interior de una célula en forma inactiva integrado con el cromosoma de la misma. Algunas células de animales también pueden aceptar virus sin que éstos se repliquen. *En estos casos el cromosoma del virus puede seguir dos caminos: integrarse al cromosoma de la célula, replicándose en ella; o bien, formar un círculo de ADN (plasmidio), que se replica en forma controlada sin matar a la célula huésped.* En algunos casos

¹ Los virus están constituidos por una molécula de ácido nucleico (ADN o ARN), rodeada de una cápsula proteica o cápsido. La exacta naturaleza de los virus se comenzó a develar solamente después de la aparición del microscopio electrónico; aunque ya se sospechaba que eran genes desnudos capaces de pasar de célula en célula.

² Cuando se produce la infección viral, el material genético del virus se "apodera" de la célula, la cual sólo puede producir más y más partes virales.

esta incorporación del virus a la célula causa cambios genéticos en ésta, llevándola a proliferar en forma descontrolada produciéndose un cáncer³

Hasta el momento, no se ha identificado ningún ser vivo que no sea susceptible de algún tipo de virus: plantas, animales, bacterias, etc.; es decir cualquier organismo vivo, unicelular o multicelular, puede sufrir algún tipo de infección viral. Puede haber **100 o más tipos diferentes de virus** que afecten a sólo una especie; existen algunos virus, por ejemplo, que sólo infectan a los seres humanos, otros que afectan a humanos y a algunos animales (como la gripe), y otros que sólo infectan a un tipo particular de plantas.

¿Pero, qué protege a los seres vivos de una infección viral?

En el caso de los seres humanos, si un virus en particular afecta a una o más células de algún tejido corporal, **la infección lleva a una síntesis y secreción de sustancias llamadas interferonas**; éstas son proteínas que interactúan con las células y las ayudan a ser más resistentes a la infección. Algunas veces, esta resistencia no es suficiente para evitar que la infección se desplace hacia otras células, y comenzamos a sentirnos enfermos. En ese momento el sistema inmunológico del cuerpo humano comienza a matar el virus fuera de las células, así como a las células infectadas (para evitar que el virus siga propagándose). Con el tiempo, el sistema habrá eliminado completamente al virus; aunque el Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) es una excepción a este proceso, ya que infecta a células del sistema inmunológico que son necesarias para matar a células infectadas. Por eso, a pesar de que el VIH no causa directamente el SIDA, la muerte de células inmunitarias debido a la infección del VIH hará que el sistema no pueda defenderse de otras infecciones que atacan a la persona.

En resumen, en general los virus poseen una cantidad pequeña de material genético que codifica solamente para las propias proteínas estructurales del virus, de manera que no pueden crear nuevas partículas virales por sí solos. En este sentido, los virus no son material vivo sino más bien partículas inertes. No obstante, los virus pueden replicarse al parasitar los sistemas biosintéticos de la célula huésped y en ese sentido podríamos considerarlos como vivos.

³ **VIRUS Y CÁNCER** Ciertas infecciones virales se han asociado con algunos tipos de cánceres en el ser humano. Algunos de estos cánceres son relativamente comunes, estableciéndose que prácticamente un 20% del total de los cánceres humanos, a nivel mundial, tiene una etiología viral. Por ejemplo, el desarrollo del cáncer cervicouterino se relaciona con infecciones por ciertos tipos genéticos de los virus papiloma humanos (HPV), presentándose en todo el mundo, pero con diferentes frecuencias

2. ¿ QUE ES UNA BACTERIA?

Las bacterias son microorganismos **procariotas** de organización muy sencilla. La célula bacteriana consta de **citoplasma**, el cual presenta un aspecto viscoso, y en su zona central aparece un **nucleoide** que contiene la mayor parte del ADN bacteriano. En algunas bacterias aparecen fragmentos circulares de ADN con información genética, dispersos por el citoplasma denominados **plásmidos**.

El éxito evolutivo de las bacterias se debe en parte a su **versatilidad metabólica**. Todos los mecanismos posibles de obtención de materia y energía podemos encontrarlos en las bacterias

Según la **fuentes de carbono** que utilizan, los seres vivos se dividen en **autótrofos**, cuya principal fuente de carbono es el CO₂ y **heterótrofos** cuando su fuente de carbono es materia orgánica.

Por otra parte según la fente de energía, los seres vivos pueden ser **fotótrofos**, cuya principal fuente de energía es la luz, y los organismos **quimiótrofos**, cuya fuente de energía es un compuesto químico que se oxida

Las bacterias Figura 1



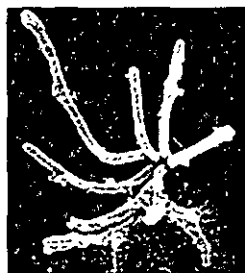
Borrelia burgdorferi

Nelson, ASM MicrobeLibrary

Las bacterias poseen una sola célula, pero no dejes que su pequeño tamaño y su simplicidad te engañen. Ellas son un grupo de criaturas extraordinariamente complejas y fascinantes. Se han encontrado bacterias que pueden vivir tanto por encima del punto de ebullición como en temperaturas tan frías que te podrían congelar la sangre. Ellas "comen" de todo desde azúcares y almidones hasta la luz del sol, azufre y hierro. Existe hasta una especie de bacteria llamada *Deinococcus radiodurans* que puede soportar descargas de radiación 1.000 veces mayores que las que podrían matar a un ser humano.

Clasificación

Figura 2



Leucothrix mucor

Appl. Environ. Microbiol. 55:1435-1446, 1989

Las bacterias se clasifican en una categoría de vida denominada los procariotes. El material genético de los procariotes, o ADN, no se encuentra encerrado en el compartimento celular denominado núcleo.

Las bacterias y las arqueas son los únicos procariotes. Todas las otras formas de vida son eucariotes, es decir criaturas que poseen núcleos en sus células.

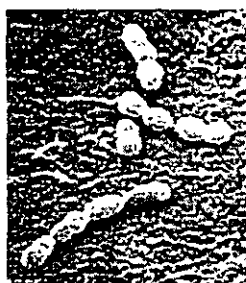
(Nota: los virus no son considerados células verdaderas, por lo tanto no se agrupan en esas categorías)

Los orígenes

Las bacterias constituyen las formas de vida más tempranas que aparecieron en la tierra, hace miles de millones de años. Los científicos piensan que ellas ayudaron a formar y cambiar el medio ambiente inicial de la tierra, creando eventualmente el oxígeno atmosférico que permitió el desarrollo de otras formas de vida más complejas. Muchos creen que las células más complejas se desarrollaron cuando las bacterias se hicieron residentes de otras células, convirtiéndose en *organelos* en las células modernas complejas. Un ejemplo de tales *organelos* son las **mitocondrias**, las cuales fabrican la energía en nuestras células.

¿Cuál es su apariencia?

Figura 3



Estreptococos en forma de esferas; Simonson [ASM MicrobeLibrary](#)

Existen cientos de especies de bacterias, pero todas ellas tienen una de las tres formas existentes:

- Algunas son bastones y se llaman bacilos.
- Otras tienen la forma de esferas pequeñas y se llaman cocos.
- Otras son helicoidales o espirales como la *Borrelia* (figura 1)

Algunas bacterias existen individualmente, otras se agrupan formando pares, cadenas, tétradas u otras clases de agrupaciones.

¿Dónde se encuentran?

Figura 4



Bacterias que viven en el intestino del pez cirujano
Cortesía de Norm Pace

Las bacterias viven sobre o dentro de casi todo material o hábitat existente en la tierra, desde suelos hasta el agua y el aire; desde tu casa hasta el hielo del Ártico y en las hendiduras volcánicas. Cada centímetro cuadrado de tu piel tiene en promedio 100.000 bacterias. Una simple cucharadita de tierra contiene más de 10^9 bacterias.

¿Cómo se mueven?

Figura 5



Bacteria con flagelos
Harwood, [ASM Microbe Library](#)

Algunas bacterias se mueven en su medio con la ayuda de estructuras en forma de látigo denominadas flagelos. Rotan sus flagelos como pequeños motores fuera de borda para moverse a través de ambientes líquidos. También pueden invertir la dirección en la cual rotan los flagelos, de tal forma que pueden girar en un solo lugar.

Otras bacterias secretan una capa mucosa y húmeda sobre las superficies como babosas. Otras son generalmente estacionarias.

¿Qué comen?

Algunas bacterias son fotosintéticas, lo que significa que pueden fabricar su propio alimento a partir de la energía solar, como lo hacen las plantas. De la misma forma que las plantas, producen oxígeno. Otras bacterias absorben el alimento del material en el que viven. Algunas de esas bacterias pueden vivir de "alimentos" poco usuales como el hierro y el azufre. Los microbios que viven en tu intestino absorben nutrientes del alimento ya digerido que comes.

(Puedes encontrar otras características interesantes de las bacterias en la página "web" MICROBIOS; así es que puedes ir a los vínculos y enterarte de más).

Existen bacterias en todos los sitios. Aunque nos preocupan mucho las **patógenas** (que pueden causar enfermedades), en la Naturaleza hay un número mucho mayor de bacterias no patógenas, que cumplen papeles

fundamentales en los fenómenos de la vida: participan en el ciclo del nitrógeno y del carbono, y en los metabolismos del azufre, del fósforo y del hierro. Las que viven en suelos y aguas son indispensables para el equilibrio biológico. Algunas se usan en las industrias alimenticia y química ya que intervienen en la síntesis de vitaminas y de antibióticos. Su estudio ha permitido una mejor comprensión de todas las áreas de la biología.

Figura 6



Las bacterias pueden comunicarse entre sí, liberando "*moléculas señal*" en su medio ambiente y midiendo la concentración de estas moléculas dentro de una población bacteriana. Ello les permite "sentir" el número de bacterias (densidad celular) a su alrededor. Este mecanismo se conoce como *Quorum Sensing* (QS). La habilidad de estos microorganismos para comunicarse unos con otros sugiere que sus comunidades funcionan como una orquesta, en la que, para lograr una sinfonía, debe haber coordinación de tareas. En un medio ambiente natural hay muchas bacterias diferentes viviendo juntas, las que usan varias clases de moléculas señal. Como emplean diferentes "lenguajes", no pueden necesariamente comunicarse con todas.

Algunas bacterias viven independientes de otros seres vivos. Otras son parásitas. Pueden vivir en simbiosis con su huésped, comunicándose y ayudándose mutuamente, o como comensales (sin beneficio). También pueden ser patógenas. ¿Cómo informa la bacteria su poder patógeno al huésped?

1. Al producir lesiones en los tejidos vecinos, usando enzimas que la bacteria excreta, o productos tóxicos provenientes del metabolismo bacteriano.

2. A través de la producción de toxinas que pueden actuar a distancia sobre órganos sensibles, o en el momento de la destrucción de la bacteria. Nuestro sistema inmune actúa como un radar, recibiendo constantemente estas señales y procesándolas para preparar el ataque contra el invasor. Las "**células dendríticas**" son las primeras del sistema en detectar a un atacante. Ellas se encuentran ubicadas en todos los sitios de entrada de los patógenos (vías respiratorias, piel, aparato gastrointestinal, epitelio vaginal) y son

verdaderamente extraordinarias, ya que capturan al **patógeno** (antígeno) y lo procesan transformándolo en pequeños péptidos que transportan a los ganglios. Una vez en el ganglio, les transmiten a los **linfocitos T** (glóbulos blancos) la vital información -"¡Hey, acá tengo atrapado un invasor!"- para que comiencen las acciones de defensa. La comunicación entre la **célula dendrítica** y el **linfocito T** se efectúa por dos mecanismos: por contacto

directo, a través de la llamada **sinapsis inmunológica**, y mediante factores solubles, conocidos como **citoquinas**. Cuando el linfocito recibe esta información se la transmite a otras células: a los llamados "asesinos naturales" que destruirán células infectadas (con un virus, por ejemplo), o a los **linfocitos B**, que secretarán anticuerpos contra el invasor.

Las bacterias pertenecen a un universo muy poco conocido por la población. Comunmente las definimos como los "microbios" causantes de la contaminación del agua y de los alimentos, las infecciones urinarias o las grandes epidemias como la tuberculosis o el cólera. Hay algo de verdad en eso, salvo que no es todo pues los quesos y el yogur son también la obra de bacterias. En este caso de bacterias responsables de un "mal" bien diferente de los precedentes: **la glotonería**. Un mal... a veces delicioso.

En los hechos, una bacteria es un ser vivo, activo y de talla microscópica. Como los insectos, hay algunas que nos brindan excelentes servicios y otras

que es necesario lograr controlar a cualquier precio. De cualquier manera, la primera etapa será siempre la de detectarlas bien y posteriormente identificarlas al haberse detectado su presencia. Es imprescindible saber con precisión cuáles son, dónde se encuentran y en que número están presentes.

Podemos decir que pocas industrias en el mundo no tienen alguna "relación de negocios" con las bacterias.

En el sector agroalimentario, la detección de bacterias es una actividad de todo momento: no solo debe asegurarse la limpieza constante de todos los aparatos que se usan, sino que también hay que controlar que las bacterias utilizadas en el proceso de producción "sean las buenas"... y en las proporciones prescritas. Toda empresa de la alimentación sería no tiene otra elección que la de proteger la calidad de su producción con el más riguroso control del aporte bacteriológico.

Los fabricantes de aceites industriales y otros derivados del petróleo también

mantienen relaciones similares con las bacterias, pues en efecto, resulta que ciertas bacterias adoran los aceites. Para ellas es de un gran "gusto", por lo que controlarlas es de absoluta importancia, ya que sino ellas pueden cambiar completamente la calidad de esos productos.

En el sector de la salud es naturalmente donde el control bacteriológico es más crítico en la esterilización de los equipos, pero también para la detección y la identificación de bacterias tanto entre los humanos como en los animales

Ninguna enfermedad infecciosa puede ser controlada eficazmente - ya se trate de prevención o de tratamiento - sin una buena identificación de las bacterias presentes. Su análisis es un componente muy importante de todo diagnóstico. Es un hecho hoy aceptado que en cualquier lugar del planeta donde las condiciones políticas y/o económicas no permiten realizar bien esta etapa de diagnóstico, hay un alto riesgo de epidemias.

Por otra parte, existe en estos momentos una triste realidad en el país: el control bacteriológico de gente infectada no se realiza siempre de manera rigurosa por el personal de la salud. No es cuestión de incompetencia o negligencia de su parte, sino más bien por la carencia de los productos y las herramientas de trabajo de calidad necesarias.

El instrumento económico y eficaz de detección de bacterias es el medio de cultivo.

El medio de cultivo, una mezcla de productos químicos y orgánicos, permite detectar la presencia de bacterias en un espécimen (como en orina, por ejemplo). Alimentadas por el medio de cultivo, las bacterias se reproducen a gran velocidad, permitiendo a los especialistas aislarlas e identificarlas.

Los medios de cultivo continúan hoy siendo la manera más económica y segura de detectar la presencia de bacterias. Para responder a las más variadas necesidades de su clientela, algunas marcas ofrecen más de 800 tipos de medios de cultivo.

Un mercado inmenso a desarrollar

Con relación a otras tecnologías, el costo de utilización de medios de cultivo no es elevado. Los países en vías de desarrollo no han establecido todavía el control sistemático como una práctica corriente, lo que favorece la reaparición de ciertas epidemias de las cuales creíamos habernos erradicadas.

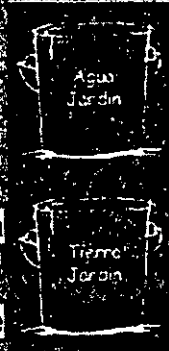
Las bacterias resisten de más en más a los antibióticos.

En demasiados países todavía, el hecho de no identificar adecuadamente las infecciones implica una "antibioterapia" sistemática. A tal punto que las bacterias desarrollan nuevas capacidades de resistencia. Esos países necesitan de manera urgente las herramientas de trabajo. La experiencia y la credibilidad de los laboratorios y su participación activa en numerosos proyectos de investigación colocan estas empresas en situaciones muy interesantes entre los grandes especialistas mundiales de la microbiología. Estos especialistas son consultados y no es raro que intervengan para trabajar en el desarrollo de nuevos medios de cultivo.

¡A Cazar Bacterias!

Qué necesitamos

- cuatro botellas plásticas de bebida desechables, transparentes, muy limpias, sin etiqueta y con la parte superior (donde está el
-
-
- gollete) cortada
- un embudo de salida ancha, una taza y una cuchara
- un balde grande (al menos, 5 litros de capacidad) y ocho baldes pequeños
- cuatro hojas de diario
- una taza de polvo de tiza (muy molida)
- filme plástico transparente, cinta adhesiva y un plumón



1. Llenar cuatro de los baldes pequeños con tierra o barro colectados de cuatro lugares diferentes (patio, jardín, bosque, orilla de río o lago, charco) y marcar en cada recipiente el origen de las muestras. Llenar los otros cuatro baldes con agua de cada lugar de donde obtuvieron las muestras, y marcar la fuente de cada recipiente. Si el lugar escogido es seco, como un jardín, usar agua destilada o agua potable hervida por 5 minutos.

2. En el balde grande, echar cinco a seis tazas de tierra o barro de una de las muestras. Sacar las ramitas, hojas y piedras que pueda haber. Agregar lentamente el agua colectada del mismo lugar de la muestra de tierra, el agua destilada o hervida, revolviendo hasta que la mezcla tome una consistencia líquida espesa (como la crema).

3. Cortar una hoja de diario en tiras finas y agregarla a la mezcla anterior. Medir una cucharada de polvo de tiza, y agregarla también a la mezcla.

4. Marcar en una de las botellas plásticas el lugar de origen de la mezcla que acaban de hacer. Con el embudo, echar poco a poco la mezcla dentro de la botella. Cada cierto tiempo, tomar la botella y golpear suavemente su base contra una superficie para eliminar posibles burbujas de aire y asentar la mezcla. Llenar el recipiente hasta 5 cm antes del borde. Cubrir la abertura con filme plástico transparente, asegurado con cinta adhesiva.

5. Repetir el procedimiento hasta llenar las otras tres botellas con las muestras. Lavar muy bien el balde grande cada vez que terminen una mezcla.

6. Poner las botellas en un lugar bien iluminado, pero que no reciba el sol directamente, y a temperatura ambiente, lejos de fuentes de calor. Por tres o cuatro semanas, observar diariamente las botellas y registrar los cambios de color que vayan observando en la tierra. Pueden dibujar y colorear cada botella al final de cada semana. ¿Qué colores encuentran? ¿Dónde aparecen? ¿Por qué?



Muchos tipos distintos de bacterias hacen de la tierra su hogar, y los diferentes colores nos indican que se ha formado una nueva comunidad, que interactúa para crecer, desarrollarse y vivir. El rojo y naranja significan presencia de bacterias fotosintéticas púrpura. ¿Verde en la superficie? Han crecido cianobacterias y algas. Ambas son bacterias fotosintéticas: de la luz obtienen energía para crecer. Manchas verde oliva en la parte media o inferior se deben a bacterias verdes sulfurosas. Las áreas negras son sulfuro de hierro, una sustancia química formada por algunas bacterias.

Este experimento fue desarrollado por la Sociedad Americana de Microbiología.

MODULO III. PRINCIPALES AGENTES DESINFECTANTES

1. CONCEPTOS GENERALES

Existen ciertas sustancias químicas que influyen negativamente sobre las bacterias, pudiendo ejercer dos tipos de efectos diferentes: **bacteriostáticos**: cuando impiden el crecimiento bacteriano; **bactericidas**: cuando destruyen (matan) las bacterias.

En general, si no sólo nos referimos a las bacterias, sino a cualquier tipo de microorganismos, hablamos respectivamente de agentes microbiostáticos y microbicidas. Ahora bien, para una misma sustancia química, la línea de demarcación entre un efecto microbiostático y otro microbicida depende muchas veces de la **concentración** de dicha sustancia y del **tiempo** durante el que actúa.

¿Cómo podemos saber que un microorganismo está "muerto"? El único criterio válido es la pérdida irreversible de la capacidad de división celular, es decir, de la pérdida de viabilidad, y se suele comprobar empleando técnicas con placas de Petri (es decir, confirmando que no crecen en medios sólidos adecuados). (Pero ni siquiera esto es garantía de que una bacteria "no viable" está "muerta": hay bacterias viables pero no cultivables. Como se ve, demostrar que una bacteria está "muerta" es algo bastante complicado).

Antes de proceder al estudio de las diversas moléculas que pueden afectar el crecimiento y/o la viabilidad de los microorganismos, veamos unas cuantas definiciones básicas.

- **Agentes esterilizantes** son aquellos que producen la inactivación total de todas las formas de vida microbiana (o sea, su "muerte" o pérdida irreversible de su viabilidad). (También existen agentes físicos esterilizantes).
- **Agentes desinfectantes** (o germicidas) son agentes (sobre todo químicos) antimicrobianos capaces de matar los microorganismos patógenos (infecciosos) de un material. Pueden (y en muchos casos suelen) presentar efectos tóxicos sobre tejidos vivos, por lo que se suelen emplear sólo sobre materiales inertes.
- **Agentes antisépticos** son sustancias químicas antimicrobianas que se oponen a la sepsis o putrefacción de materiales vivos. Se trata de desinfectantes con baja actividad tóxica hacia los tejidos vivos donde se aplican.

- **Quimioterápicos** son compuestos químicos con actividad microbicida o microbiostática, con una toxicidad suficientemente baja como para permitir su administración a un organismo superior, en cuyos fluidos corporales y tejidos permanece estable un cierto tiempo a concentraciones tales que los hace eficaces como antimicrobianos dentro del organismo.

ESTERILIDAD Y ASEPSIA

En todos los ambientes abiertos se puede encontrar una gran cantidad de microorganismos (principalmente bacterias y virus). Estos microorganismos, si tienen a su disposición nutrientes y condiciones ambientales adecuadas pueden crecer y multiplicarse como veremos más adelante.

En los ambientes naturales hay mezclas complejas de muchos tipos de microorganismos que forman poblaciones que conviven. Con objeto de poder utilizar los microorganismos con fines aplicados y para evitar sus efectos nocivos, es necesario disponer de métodos que permitan eliminarlos de manera que podamos conseguir ambientes limpios sin contaminación microbiana.

Se dice que un ambiente es **estéril** cuando se han eliminado todos los microorganismos del mismo. La esterilidad se puede alcanzar usando procedimientos físicos (calor, radiaciones), químicos, o mecánicos (filtración). Sin embargo, los procedimientos de esterilización son costosos y, en ciertas ocasiones, desaconsejables. Por ejemplo, la esterilización completa de ciertos alimentos no es posible sin destruir sus características nutritivas.

Se dice que un ambiente es **aséptico** cuando se han **eliminado** todos los **microorganismos patógenos**. Un ambiente aséptico no tiene porqué ser

estéril. La asepsia también se puede conseguir por procedimientos físicos y químicos

INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO: ANTIBIÓTICOS

Es necesario controlar el crecimiento de los microorganismos para poder potenciar sus efectos beneficiosos o productivos y limitar los indeseables, contaminantes o patógenos. Para ello se cuenta con una serie de herramientas químicas y físicas. Se denominan **antibióticos** aquellas sustancias que interfieren el crecimiento y la supervivencia de los microorganismos mediante una **interacción específica** con alguno de sus componentes celulares. Debido a esta **especificidad**, los antibióticos tienen un **espectro de acción** limitado; esto es, en general son activos frente a ciertos microorganismos e inactivos frente a otros, lo que permite usarlos como agentes selectivos.

DESINFECTANTES Y ANTISÉPTICOS

Los **desinfectantes** son productos químicos que matan los microorganismos y se aplican sobre objetos inanimados, mientras que los **antisépticos**, por su menor toxicidad, se emplean sobre tejidos vivos. Puesto que dependiendo de la forma como se realice el tratamiento un mismo agente puede utilizarse como antiséptico o como desinfectante, se suele usar el término **germicida** para englobar ambos conceptos.

Los desinfectantes tienen aplicación en aquellos casos en los que no se puede usar la esterilización por calor (por ejemplo en hospitales con materiales sensibles al calor, en instalaciones en la industria agroalimentaria, en el tratamiento de agua, etc).

En muchos casos, el tratamiento con agentes desinfectantes no elimina completamente los microorganismos presentes, sino que simplemente se reduce mucho su número de forma que la acción indeseable de los microorganismos se retrasa.

Al tratar el tema del calor como agentes esterilizante, la muerte de una población bacteriana se puede representar como una curva exponencial, expresión de la cinética de primer orden. Este tipo de cinética también es aplicable a la muerte microbiana cuando se aplica un agente químico a una concentración suficientemente alta:

Sin embargo, cuando se aplican menores concentraciones del agente, se pueden encontrar cinéticas diferentes, expresables como curvas sigmoidales. Como se ve, hay un margen en el que la curva sigue una cinética de primer orden, pero dicha cinética no se puede extrapolar: obsérvese que a tiempos prolongados la curva se hace casi paralela al eje de abscisas, lo cual indica que queda una fracción de células viables.

GERMICIDAS

Detergente desinfectante, estable a cualquier valor de pH., aluicida, tensoactivo con amplio espectro microbicida, efecto residual y desodorante. Idóneo para la limpieza de cocinas, aseos colectivos, gimnasios, piscinas, colegios, etc.

- **COMPUESTO BACTERIOLÓGICO PARA LA LIMPIEZA DE DESAGÜES FOSEC ZYMA**

Acelera el proceso biológico natural de destrucción del material orgánico que se acumula en los desagües. Contiene varios tipos de enzimas que rompen y solubilizan los materiales de desecho creando una reacción en cadena hasta la desaparición de la materia orgánica eliminando atrancos y malos olores.

- **DETERGENTE NEUTRO PINO**

Emulsión de aceite de pino, con detergentes aniónicos, alcoholes y un fuerte bactericida. Limpia y desinfecta energicamente. Aromatiza el ambiente de una forma muy agradable. La espuma se rompe rápidamente pudiendo usarse tanto para el fregado a mano o con fregadora automática.

2. MICROBIOLOGÍA GENERAL

Técnicas de eliminación y de conservación de microorganismos

Las **esporas bacterianas** son las formas más resistentes a los antisépticos y desinfectantes y sólo mueren al ser tratadas con agentes con alta actividad germicida. En general las **formas vegetativas** de las bacterias son sensibles a todos los agentes desinfectantes, aunque algunos grupos de microorganismos tales como las **micobacterias** pueden presentar especial resistencia a los de baja actividad. Los **hongos** presentan, en general, mayor resistencia que las bacterias y resisten los desinfectantes de baja actividad.

Por último, los **virus** presentan una sensibilidad similar a la de las bacterias, aunque es un poco más elevada en el caso de los virus desnudos que no presentan envueltas *lipídicas*.

La determinación del efecto antiséptico o desinfectante de los diferentes productos es complicada porque este efecto depende de gran número de factores externos (temperatura, humedad, pH, etc.) así como de los diferentes tipos de microorganismos que se desea eliminar o controlar. Existen protocolos que regulan cómo se debe evaluar la eficacia de un compuesto germicida y entre ellas destaca la **prueba del coeficiente del fenol (CF)** en la que se toma como referencia de desinfectante el fenol y como referencia de microorganismos *Staphylococcus aureus* y *Salmonella typhi*.

CF = dil fenol / dil desinf

donde **dil fenol** es el inverso de la mayor dilución del fenol que elimina completamente la bacteria de referencia en 10 min de tratamiento, y **dil desinf** es la mayor dilución del desinfectante que elimina el microorganismo de referencia en 10 min de tratamiento realizado el estudio de los supervivientes tras un cultivo de 48h. El valor de CF es simplemente indicativo ya que se trata de una medida realizada sobre cultivos puros y en la realidad, los germicidas se usan sobre poblaciones mixtas.

Para evaluar la acción de un germicida frente a un microorganismo en particular se realizan **test de dilución** similares a los realizados para los antibiogramas cualitativos o cuantitativos. En función de su CF, los germicidas se clasifican en: de **actividad alta, media o baja**. Si se desea realizar una esterilización se deberán escoger germicidas de actividad más alta o a mayores concentraciones. Igual ocurre si en la muestra existen sustancias que protegen a los microorganismos de la acción de los germicidas (como ocurre en el caso de la sangre o en las heces).

PRINCIPALES AGENTES ANTISÉPTICOS

- **Detergentes catiónicos**, interaccionan con las membranas y se usan como alguicidas en piscinas.
- **Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada)** en disolución del 6 al 30% (para esterilización en este caso), es un agente oxidante que se usa sobre la piel.

Por ejemplo, si **dil fenol es 1/90** y dil desinf es 1/450, el **CF** será de **5**; esto es, el desinfectante es 5 veces más activo que el fenol.

PRINCIPALES AGENTES DESINFECTANTES

- **Sulfato de cobre**, precipita las proteínas y se usa como alguicida y como antifúngico.
- **Gas cloro**, agente oxidante que se usa para desinfectar el agua.
- **Compuestos de cloro** (500-5000 mg/l), agentes oxidantes que se usan en la industria lechera, en equipos de la industria agroalimentaria y en el tratamiento de aguas.
- **Compuestos fenólicos** (0.5-3%), agentes oxidantes que se usan para desinfectar superficies.
- **Detergentes catiónicos**, agentes que alteran las membranas y se usan en la limpieza del material médico y de la industria agroalimentaria.
- **Óxido de etileno** (OE), agente alquilante que se usa en la esterilización del material de laboratorio, material de plástico y para la desinfección de frutas. La esterilización se lleva a cabo en un esterilizador similar a un autoclave que controla la concentración de óxido de etileno, la temperatura y la humedad. Se usa una mezcla de OE al 10 - 20% con CO₂ u otro gas reductor porque el OE es explosivo.
 - El tratamiento dura varias horas.
 - Se usa también en disoluciones de 450-500 mg/l.
 - El OE es muy tóxico; pero se diluye rápidamente en el aire, lo que permite su eliminación fácil después del tratamiento.
- **Ozono**, agente oxidante que se usa en el tratamiento del agua de bebida.

FACTORES QUE AFECTAN LA POTENCIA DE UN DESINFECTANTE

- Concentración del agente y tiempo de actuación. La concentración para obtener un determinado efecto, así como el rango de concentraciones en que se puede demostrar un determinado efecto, dependen de:
 - ♦ tipo químico del desinfectante,
 - ♦ tipo de microorganismos a eliminar,
 - ♦ método de ensayo del efecto.

Existe una estrecha relación entre la concentración del agente y el tiempo necesario para matar una determinada fracción de la población bacteriana, según la siguiente expresión:

$$C^n D t = K$$

Donde **C** es la concentración del agente, **n** es el coeficiente de dilución (una constante), y **t** es el tiempo de actuación.

Esta ecuación nos dice qué relación existe entre la variación de la concentración del agente y el tiempo para matar una fracción de la población microbiana.

Por ejemplo: Los fenoles poseen un coeficiente de dilución $n=5$ ó 6 ; ello implica que aun pequeños cambios en la concentración provocan cambios muy acentuados en el tiempo para lograr un mismo efecto: así, si reducimos la concentración de fenol desde un valor dado a su mitad, necesitamos emplear 64 veces más de tiempo para conseguir matar una misma proporción de bacterias.

En cambio, los hipocloritos (constituyentes de las lejías) tienen coeficiente $n=1$, lo que se refleja en que pequeños cambios en la concentración requieren pequeños cambios en el tiempo de aplicación.

Finalmente, y refiriéndonos al tiempo, no todas las bacterias mueren al mismo tiempo, ni siquiera cuando se aplica un exceso del agente.

- **pH**

El pH afecta tanto a la carga superficial neta de la bacteria como al grado de ionización del agente. En general, las formas ionizadas de los agentes disociables pasan mejor a través de las membranas biológicas, y por lo tanto son más efectivos.

- los agentes aniónicos suelen ser más efectivos a pH ácidos,
- los agentes catiónicos muestran más eficacia a pH alcalinos.

- **Temperatura**

Normalmente, al aumentar la temperatura aumenta la potencia de los desinfectantes. Para muchos agentes la subida de 10 grados supone duplicar la tasa de muerte. Pero con el fenol, la subida de 10 grados representa multiplicar por 5 o por 8 la eficacia.

- **Naturaleza del microorganismo y otros factores asociados a la población microbiana**

- ◆ Según la especie empleada: p. ej., el bacilo tuberculoso resiste los hipocloritos mejor que otras bacterias;
- ◆ Según la fase de cultivo;
- ◆ Dependiendo de la presencia de cápsulas o de esporas (suelen conferir más resistencia);
- ◆ Número de microorganismos iniciales.
- ◆ Presencia de materiales extraños

La existencia de materia orgánica en el material a tratar (por ej., sangre, suero, pus) afecta negativamente a la potencia de los desinfectantes de tipo oxidante (como los hipocloritos) y de tipo desnaturalizante de proteínas, hasta el punto que pueden llegar a hacerlos inactivos en cuanto a su poder desinfectante y/o esterilizante.

Los principales mecanismos por los que se pierde actividad son:

- ◆ Adsorción (o sea, absorción superficial) del desinfectante a coloides de proteínas;
- ◆ Formación de complejos inertes o poco activos;
- ◆ Unión de grupos activos del desinfectante a proteínas extrañas.

Ejemplos:

Los agentes mercuriales se inhiben por sustancias que lleven grupos sulfhidrido (-SH).

Las sales cuaternarias de amonio se inhiben en presencia de jabones y lípidos.

Por lo tanto, para el empleo eficaz de muchos desinfectantes hay que contar con este factor, determinando previamente el gasto de materia orgánica inerte, o calculando la potencia neta del desinfectante en presencia de la materia orgánica.

DETERMINACION (EVALUACION) DE LA POTENCIA DE UN DESINFECTANTE

La determinación de la actividad desinfectante de un determinado agente es necesaria para conocer su posible eficacia. El método primario que se viene empleando desde hace muchos años es comparar la potencia del compuesto a ensayar con la de un desinfectante-tipo o estándar, que por motivos históricos es el fenol.

El coeficiente fenol o coeficiente fenólico: consiste en la siguiente relación: máxima dilución del desinfectante que mata a un microorganismo en 10 min, pero no en 5 minutos.'

máxima dilución del fenol que mata a ese microorganismo en 10 min, pero no en 5 min.

En los EEUU, la Administración Federal de Alimentos y Medicamentos (F.D.A.= Food and Drug Administration) emplea un test oficial para desinfectantes en condiciones normalizadas, usando una serie de cepas bacterianas concretas, cuya susceptibilidad al fenol se conoce exactamente:

una cepa concreta de *Salmonella typhimurium*
una cepa de *Staphylococcus aureus*
una cepa de *Pseudomonas aeruginosa*

El método consiste, en esencia, en lo siguiente:

Un cultivo de una de estas cepas se diluye 10 veces (1/10) en sucesivas diluciones del desinfectante problema, y se dejan a 20 minutos. De cada una de las diluciones se siembran alícuotas, a los 5 y a los 10 minutos, en placas de Petri provista con un medio de cultivo adecuado. Se determina el coeficiente fenol según la fórmula que hemos expuesto y una vez determinado, se recomienda usar concentraciones 5 veces superiores a las indicadas por el coeficiente fenol.

Limitaciones de este método:

El coeficiente fenol sólo es indicativo cuantitativamente en desinfectantes químicamente similares al fenol, y que tengan coeficientes de dilución (n) parecidos.

Aun cuando conozcamos el coeficiente fenol de un compuesto, su valor indicativo se limita a las diluciones que se hayan empleado en la determinación. Hay que atender a las condiciones de valoración, ya que como dijimos antes, la presencia de materia orgánica supone una merma del poder real de desinfección.

Para solucionar algunos de estos inconvenientes se han puesto a punto otros métodos de valoración:

Prueba de la concentración equivalente

Consiste en determinar la concentración del desinfectante a ensayar que ejerce el mismo efecto sobre la bacteria de referencia que otra concentración de un desinfectante-tipo (estándar).

Determinación de la toxicidad del desinfectante

Como se comentó anteriormente, no todos los agentes esterilizantes son aptos como desinfectantes de tejidos, ya que pueden presentar efectos tóxicos. Por ello, siempre que se intenta introducir el uso de un nuevo compuesto desinfectante, hay que evaluar su potencial tóxico, mediante el llamado **índice de toxicidad**, que es el cociente entre el poder desinfectante y el poder tóxico.

TIPOS DE DESINFECTANTES

Se suelen clasificar de acuerdo con su mecanismo de acción:

A) AGENTES QUE DAÑAN LA MEMBRANA

- 1) Detergentes
 - a) catiónicos
 - b) aniónicos
 - c) no iónicos
- 2) Compuestos fenólicos
 - a) fenol
 - b) cresoles
 - c) difenilos halogenados
 - d) alquilésteres del para-hidroxibenzoico
 - e) aceites esenciales de plantas
- 3) Alcoholes
 - a) etanol
 - b) isopropanol

B) AGENTES DESNATURALIZANTES DE PROTEINAS

- 1) Ácidos y bases fuertes
- 2) Ácidos orgánicos no dissociables

C) AGENTES MODIFICADORES DE GRUPOS FUNCIONALES

- 1) Metales pesados
 - a) mercuriales
 - b) compuestos de plata
 - c) compuestos de cobre
- 2) Agentes oxidantes
 - a) halógenos
 - b) agua oxigenada

- c) permanganato potásico
- d) ácido peracético

3) Colorantes

- a) derivados de la anilina
- b) derivados de la acridina (flavinas)

4) Agentes alquilantes

- a) formaldehído
- b) glutaraldehído
- c) óxido de etileno
- d) β -propionil-lactona

AGENTES QUE DAÑAN LA MEMBRANA CELULAR

Los solventes orgánicos (fenoles, alcoholes) y los desinfectantes tensoactivos (detergentes) dañan la integridad estructural de la membrana (es decir, la disposición ordenada de lípidos y proteínas), de modo que interfieren con su función, ejerciendo un efecto neto de Interferencia con procesos de transporte y metabolismo energético; y salida de pequeñas moléculas de la célula.

Detergentes (= desinfectantes tensioactivos o surfactantes)

Los detergentes sintéticos, al igual que los jabones, contienen una porción hidrofóbica (normalmente una larga cadena lipófila) y una porción hidrófila (un grupo polar), lo cual les permite formar micelas en solución acuosa, así como formar capas que cubren y solubilizan moléculas hidrófobas.

Según sea la porción hidrófila, los detergentes se pueden clasificar en:

- ◆ detergentes iónicos:
- ◆ detergentes catiónicos (grupo activo con carga positiva)
- ◆ detergentes aniónicos (grupo activo con carga negativa)
- ◆ detergentes no iónicos (no suelen tener actividad antimicrobiana).

Detergentes catiónicos: Son los detergentes más potentes en cuanto a su actividad desinfectante, siendo activos contra bacterias Gram-positivas y Gram-negativas. Los principales son los llamados compuestos de amonio cuaternario.

Entre las sales de amonio cuaternario, sobre todo aquellas que van como cloruros o bromuros. Los cuatro sustituyentes (R1 a R4) del N son cadenas de hidrocarburos variados. Las sales de amonio cuaternario más activas son aquellas que tienen tres grupos alquílicos cortos y un grupo alquílico largo: cloruro de cetilpiridinio, cloruro de benzalconio.

Mecanismo de acción: La porción hidrófoba penetra en las membranas, mientras que el grupo polar catiónico se asocia con los fosfatos de los fosfolípidos, provocando alteraciones en dichas membranas, reflejadas en la pérdida de su semipermeabilidad, con salida de metabolitos de N y P desde el citosol. Es entonces cuando el detergente puede entrar al interior celular, con un efecto secundario de desnaturalización de proteínas. Su actividad se mejora a pH alcalino.

Son rápidamente bactericidas a concentraciones muy bajas (del orden de una parte por millón, 1 ppm), siempre que en el material a tratar no exista materia orgánica.

Usos, ventajas e inconvenientes: Tienen baja toxicidad, por lo que se pueden emplear como desinfectantes y antisépticos de la piel. Se emplean igualmente en la desinfección de material de industrias alimentarias. Su actividad se ve neutralizada por jabones y fosfolípidos, precipitando en su presencia.

Detergentes aniónicos

Con grupos carboxilo como porción hidrófila:

- jabones
- saponinas
- sales biliares
- ácidos grasos disociables

Con grupos sulfato como porción hidrófila:

- dodecilsulfato sódico (SDS), también llamado laurilsulfato sódico
- sulfonato de alquilbenceno

Mecanismo: Provocan una gran disrupción de membranas, con efectos de lisis. Son activos sobre todo a pH ácido, preferentemente sobre bacterias Gram-positivas, pero poco sobre Gram-negativas, ya que éstas quedan más protegidas por la barrera del lipopolisacárido de la membrana externa.

Usos: Cuando los detergentes aniónicos se combinan con ácidos, se logran desinfectantes sanitarios muy potentes (debido al efecto sinérgico de ambos componentes) y de rápida actuación (unos 30 segundos).

Detergentes no iónicos

No tienen actividad antimicrobiana, pero algunos tienen empleo en otros campos de la Microbiología: los ésteres del ácido oleico (bajo nombres comerciales como CarbowaxJ, Tween-80J) pueden adicionarse a medios de cultivo para evitar la formación de grumos y favorecer el crecimiento disperso de ciertas bacterias (como *Mycobacterium tuberculosis*); además el oleico puede estimular el crecimiento.

Fenoles

Son rápidamente bactericidas a bajas concentraciones, causando daños a membranas, con pérdida de constituyentes citoplásmicos; inactivación irreversible de oxidasas y deshidrogenasas de membrana; desnaturalización de proteínas.

Tienen baja solubilidad en agua, por lo que se emplean en fórmulas que incluyen agentes emulsificadores (jabones) que, además, aumentan su actividad.

Fenol

El fenol o ácido carbólico, históricamente uno de los primeros desinfectantes en usarse, sólo se emplea en la actualidad como patrón para ensayar el poder desinfectante de otros compuestos.

A partir del fenol se pueden lograr desinfectantes con mayor actividad antibacteriana y con menor toxicidad sustituyendo hidrógenos del anillo bencénico por radicales alquílicos o por halógenos. Veamos algunos ejemplos:

Cresoles

Son los alquil-fenoles. El radical alquílico puede estar en posición orto, meta o para, dando respectivamente el orto-cresol, el meta-cresol y el para-cresol. Normalmente se emplea la mezcla de los tres, denominada tricresol.

Se obtienen por destilación del alquitrán de carbón, y se emplean como emulsiones de jabón verde bajo los nombres comerciales de LysolJ y CreolinJ.

Se usan como desinfectantes de material de desecho bacteriológico y como desinfectantes de la piel.

Difenilos halogenados

El hexaclorofeno (hexacloro-orto-difenilmetano) es bacteriostático a bajas concentraciones (sobre todo contra cocos Gram-positivos), incluso incorporado en jabones, pasta de dientes y cosméticos.

Algunas marcas comerciales incluían hace unos años este compuesto, hasta que se comprobó que su absorción por la piel, sobre todo inflamada, puede causar neurotoxicidad e incluso, toxicidad sistémica, por lo que en la actualidad ha dejado de usarse.

Alquilésteres del para-hidroxibenzoico

Actúan de forma similar a los alquilfenoles, pero no son tóxicos, debido a que al ser ingeridos, se hidrolizan rápidamente, dando el inocuo para-hidroxibenzoato.

Se emplean como conservantes de alimentos y de productos farmacéuticos.

Ciertos aceites esenciales de origen vegetal

Desde la antigüedad, y de modo empírico, se vienen usando algunos aceites esenciales de plantas aromáticas como conservantes y antisépticos, ya que como se ha podido comprobar, contienen varios compuestos fenólicos:

el timol (de *Thymus*, los tomillos);

el eugenol se emplea en odontología como antiséptico.

Alcoholes

Los alcoholes desorganizan las bicapas lipídicas penetrando en la región hidrocarbonada de los lípidos. No afectan a las endosporas, por lo que no son esterilizantes. Su acción desinfectante mejora conforme aumenta la longitud de la cadena alifática de los alcoholes, hasta aquellos con 8 a 10 átomos de carbono (C8-C10), ya que los alcoholes de cadenas más largas de C10 tienen una baja solubilidad en agua.

Etanol (CH₃-CH₂OH)

Se emplea en desinfección de la piel antes de inyecciones cutáneas, así como en desinfección de los termómetros clínicos, siempre que se deje el tiempo suficiente de contacto. Es más efectivo en soluciones acuosas entre 50-70%, ya que para su mejor acción se implica la intervención del agua. A 100% de pureza es poco efectivo.

Isopropanol

Es menos volátil y más efectivo que el etanol. Se emplea igualmente en desinfección de termómetros. Sin embargo, su efecto tóxico (narcótico) es mayor y más duradero que aquel.

AGENTES DESNATURALIZANTES DE PROTEINAS

Ácidos y álcalis fuertes

Son activamente bactericidas, debido a sus grupos H⁺ y OH⁻ disociados, respectivamente. En principio, su actividad es proporcional al grado de disociación, pero algunos hidróxidos son más potentes de lo sugerido por su mero grado de disociación, debido a la acción tóxica directa que puede ejercer el catión metálico.

Existen ciertas especies bacterianas que resisten relativamente bien la acción de bases fuertes. Tal es el caso del bacilo tuberculoso. Esto se aprovecha para aislarlo y purificarlo: se licúa un esputo de enfermo sospechoso en una solución 1M de sosa (NaOH) y se deja 30 minutos antes de sembrar. Bajo estas condiciones, prácticamente sólo sobrevive el *Mycobacterium tuberculosis*.

Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos, que son poco disociables, ejercen su efecto en cuanto moléculas intactas (sin disociar), que penetran a la célula.

El ácido benzoico y el ácido sórbico se usan ampliamente como conservantes alimentarios.

Ciertos ácidos (como el acético, láctico, propiónico) aparecen en alimentos fermentados, actuando como conservantes naturales. Estos mismos, así como el cítrico se pueden añadir a otros tipos de alimentos, para prolongar el periodo de posible almacenamiento de los productos.

El ácido bórico se ha usado como conservante (a veces ilegal) de alimentos, así como en oftalmología.

AGENTES MODIFICANTES DE GRUPOS FUNCIONALES DE PROTEÍNAS Y DE ÁCIDOS NUCLEICOS

Esta amplia clase de agentes se caracteriza, en general, por los siguientes efectos:

- ♦ alteran grupos que forman parte de los centros activos de enzimas y otras proteínas;
- ♦ alteran grupos funcionales de ácidos nucleicos, componentes de pared y de membrana.

Como ya vimos en la clasificación de agentes desinfectantes, dentro de este grupo se distinguen a su vez:

- ♦ metales pesados
- ♦ agentes oxidantes
- ♦ tinturas de colorantes
- ♦ agentes alquilantes

Metales pesados

Las sales solubles de Hg, As, Ag, Cu, etc., "envenenan" la actividad enzimática formando mercáptidos con los grupos -SH de la cisteína. También interaccionan con -NH₂, -COOH y radicales fosfato.

Los más efectivos son los derivados del mercurio y de la plata (actúan a menos de 1 ppm). Mercuriales se vienen usando desde antiguo en Medicina.

Cloruro de mercurio (HgCl₂). En solución al 0,1% fue muy usado como desinfectante potente, pero es muy tóxico, y apenas se emplea en la actualidad.

Compuestos orgánicos de mercurio (como el MercurocromoJ, la MercrominaJ, el Mertiolato): No son totalmente fiables como desinfectantes y presentan cierta

(aunque baja) toxicidad, pero se emplean mucho como antisépticos de la piel y de heridas.

Sales de fenilmercurio. Son potentes inhibidores no sólo de bacterias, sino de levaduras, hongos y algas. Se usan especialmente en el control de posibles contaminantes microbianos (p.ej., bacterias oportunistas del género *Pseudomonas*) en productos farmacéuticos, cosméticos y oftalmológicos.

Compuestos de plata.

Bien sea en forma de sales solubles, o en preparaciones coloidales, los compuestos de plata se usan ampliamente como antisépticos, aunque están restringidos, al tener efectos irritantes y cáusticos.

Nitrato de plata (AgNO_3). Es muy bactericida frente al gonococo (*Neisseria gonorrhoeae*), y por ello se usa habitualmente para prevenir la oftalmia gonocócica del recién nacido.

Coloides orgánicos de plata. En ellos los iones Ag^+ se van liberando lentamente. Tienen efectos bacteriostáticos, y encuentran su principal aplicación en oftalmología.

Cremas de nitrato de plata y sulfodiazina de plata. Usadas para el tratamiento de quemaduras, han reducido notablemente la mortalidad derivada de las grandes quemaduras.

Sales y compuestos de cobre.

No tienen aplicación en Bacteriología Médica, pero se emplean en Agricultura para el control de hongos y algas.

Agentes oxidantes

Los efectos de los agentes oxidantes que se tratan a continuación son la inactivación de proteínas enzimáticas (convirtiendo los radicales $-\text{SH}$ en disulfuros $-\text{S}-\text{S}-$). Además, los más potentes también atacan radicales amino, el grupo indol (presente en el triptófano), y la tirosina.

Halógenos.

Son bactericidas muy útiles y muy potentes. El iodo no tiene parangón como desinfectante de la piel, y el cloro no tiene igual en el tratamiento de aguas.

Yodo: Aparte de su efecto oxidante, se combina irreversiblemente con residuos de tirosina de las proteínas. Sus principales presentaciones son la tintura de iodo y los iodóforos.

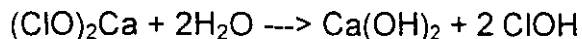
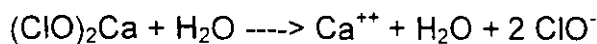
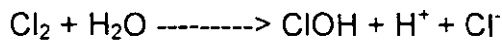
Tintura de iodo: es una mezcla de 2% de I + 2% de IK en alcohol de 70%. Su máximo efecto bactericida lo tiene a $\text{pH} < 6$. Es un magnífico antiséptico de la piel, de

hecho el mejor de los conocidos, pero tiene un efecto doloroso y cáustico en heridas abiertas.

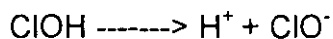
Iodóforos: son mezclas de iodo con agentes tensioactivos (detergentes), en los que éstos actúan como portadores del iodo, al que van liberando lentamente, sin provocar irritación. También se emplean en desinfección de instalaciones de industrias alimentarias.

Cloro. El cloro fue uno de los primeros antisépticos en usarse (antes de conocerse su mecanismo, e incluso antes de que se supiera el auténtico papel de los microorganismos en las enfermedades infecciosas). Holmes (Boston, 1835) y Semmelweiss (Viena, 1847) lo introdujeron en la práctica de los médicos y matronas para impedir la transmisión de la sepsis puerperal, que era contagiada de mujer a mujer por las manos de los doctores y de las parteras, y que era una notable causa de mortalidad de mujeres durante muchos siglos.

El cloro se presenta bajo las formas de Cl_2 (gaseoso), hipocloritos y cloraminas. El efecto desinfectante se debe a la liberación de cloro libre (Cl_2); a su vez, el Cl_2 reacciona con el agua para dar ácido hipocloroso, que a pH ácido o neutro es un oxidante fuerte:



La disociación del ácido hipocloroso depende del pH (se realiza a $\text{pH} < 7$)



Cloro gaseoso: a 1-3 ppm se usa en la cloración de aguas para bebida y de aguas de piscinas. Su actividad se ve muy influida (mermada) por la presencia de materia orgánica; por ello, se suele determinar la demanda de cloro del agua a tratar. Descontada dicha demanda, el cloro gaseoso mata rápidamente (15-30 segundos) a sólo 1 ppm.

Soluciones de hipocloritos: hipocloritos de sodio, de calcio o de litio. A 200 ppm de cloro se usan ampliamente, ya como líquidos (lejías), o en polvo, en industrias alimentarias y lácteas (para desinfectar el equipamiento y maquinaria que ha de entrar en contacto con los alimentos a procesar), en restaurantes, hoteles, hospitales, etc.

Agua oxigenada.

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2), en solución al 3%, se usó en otro tiempo como desinfectante, pero está actualmente en desuso, debido a que algunas bacterias son resistentes por la posesión de catalasas y peroxidasas. Además, en desinfección de heridas abiertas su efecto es muy pobre, porque el agua oxigenada es descompuesta por la catalasa tisular.

Se emplea en la desinfección de lentillas blandas, dejando tiempo suficiente de actuación. También, en desinfección de superficies inertes y equipos quirúrgicos.

Permanganato potásico (K_3MnO_4).

Al 1%, se usa como antiséptico uretral.

Acido peracético ($CH_3CO-O-OH$).

Es un fuerte agente oxidante. En forma de vapor se usa en la esterilización de cámaras de cría de animales libres de gérmenes.

Tinturas de colorantes básicos

Algunos colorantes derivados de la destilación del alquitrán de carbón, sobre todo los trifenilmetanos y las acridinas, no sólo tiñen las bacterias, sino que también actúan como antibacterianos, incluso a pequeñas concentraciones. Los colorantes básicos son los más efectivos.

En general, su mecanismo depende de su afinidad hacia los grupos fosfato (ácidos) presentes en las nucleoproteínas.

Encuentran su uso como antisépticos de lesiones dermatológicas, infecciones de la piel y pequeñas heridas.

Su principal inconveniente es que muchos de ellos se inactivan en presencia de suero y otras proteínas.

Colorantes de trifenilmetano:

Son derivados de la anilina. Entre ellos se encuentran el verde brillante, el verde malaquita, el violeta de genciana, el violeta cristal y la fuchsina básica.

Son muy selectivos hacia bacterias Gram-positivas, sobre las que son efectivos a sólo 0,2-2 ppm. En cambio, las Gram-negativas suelen ser resistentes, debido a su membrana externa.

El efecto antibacteriano se debe a la pseudobase, que es más lipófila que el respectivo catión, y bajo esa forma accede al interior celular, donde se une a los grupos fosfato de los ácidos nucleicos.

Colorantes derivados de la acridina (llamados flavinas, por su color amarillento - Lat: flavus-)

Los ejemplos típicos son la acriflavina, la proflavina y la tripoflavina. Interfieren en la biosíntesis de ácidos nucleicos (intercalándose en la doble hélice del ADN) y proteínas. Son bactericidas y bacteriostáticos sobre una gran diversidad de bacterias.

A diferencia de las anilinas, ejercen su acción también en presencia de materiales como suero, pus, etc.

Su uso principal es la antisepsia de heridas.

Agentes alquilantes

Son agentes esterilizantes, activos tanto sobre células vegetativas como sobre esporas, que ejercen su efecto letal por su acción alquilante de proteínas y ácidos nucleicos.

Formaldehído (HCHO).

La alquilación la produce reemplazando hidrógenos lábiles de ciertos grupos químicos (-NH₂, -OH, -COOH y -SH), produciendo: hidroximetilaciones, condensaciones (entrecruzamientos).

Usos comerciales:

como gas, en la descontaminación de habitaciones;

como formalina (solución acuosa al 35%);

como paraformaldehído (polímero sólido de 91-99% de pureza).

La formalina se emplea para preservar tejidos, en líquidos de embalsamamiento, y al 0,2-0,4% en la preparación de vacunas de virus.

Glutaraldehído.

Es menos tóxico y más potente que el formaldehído, y no se afecta por materiales con proteínas. Cada vez se emplea más como esterilizante frío de instrumental quirúrgico. Es el único recomendado para esterilizar equipamiento de terapia respiratoria.

Oxido de etileno.

Tiene un efecto similar al del formaldehído: Sustituciones y entrecruzamientos irreversibles en grupos amino, sulfhidrilo, etc., de proteínas. También reacciona con grupos fosfato y anillos nitrogenados de los ácidos nucleicos.

Es un agente empleado como esterilizante gaseoso, aunque es de acción lenta. Se emplea cuando no se puede recurrir a la esterilización por calor: esterilización de material de plástico, drogas, ciertos productos biológicos, equipamiento electrónico.

La operación se realiza en cámaras parecidas al autoclave. Sin embargo, es un método caro y exhibe ciertos riesgos: presenta acción vesicante y toxicidad para el hombre (mutágeno y carcinógeno).

β -propionil-lactona.

Es 25 veces más activa que el formaldehído. Actúa como gas en presencia de 80-90% de humedad relativa, aunque es poco penetrante.

BIBLIOGRAFIA

FRANKLIN, T.J., G.A. SNOW (1989): Biochemistry of antimicrobial action (4th edition). Chapman and Hall, Londres. Para los contenidos del presente tema, se recomienda el capítulo 3.

MAURER, I.M. (1969): A test for stability and long-term effectiveness in disinfectants. Pharm. J. 203: 529-534.

MYERS, T. (1988): Failing the test: germicides or use dilution technology? ASM News 54: 1921.

PRINCIPIOS EN EL MANEJO DE LOS AGENTES DESINFECTANTES

- Ningún desinfectante o antiséptico es universalmente efectivo contra todos los microorganismos.
- Deben conocerse las características, el uso e indicaciones, de cualquier producto antes de utilizarlo.
- Después del lavado es necesario enjuagar bien, ya que algunos antisépticos se inactivan ante la mezcla de jabones, detergentes y otros desinfectantes.
- La penetración del antiséptico o desinfectante es bloqueada por la presencia de polvo, esputo, comida, grasa y sangre. El área se debe limpiar exhaustivamente antes de la desinfección o esterilización.
- Cuando se utilice el antiséptico en grandes superficies cutáneas, hay que considerar el grado de absorción y la posible toxicidad sistémica.
- Antes de utilizar un antiséptico, averigüe las posibles alergias del paciente, en cuyo caso usar un producto hipoalergénico.
- Las diluciones de estos productos deben prepararse máximo cada 24 horas, o según indicaciones del fabricante. Una mayor duración las puede convertir en medios de cultivo.
- La solución desinfectante debe estar en contacto con la superficie el tiempo indicado por el fabricante.
- Vigilar y controlar la fecha de vencimiento de los antisépticos y desinfectantes.
- La Clorhexidina y el Yoduro de Povidona son sustancias fotosensibles, por lo que no deben almacenarse en envases transparentes.
- Las sustancias deben tener control bacteriológico que garantice su esterilidad.

CUIDADOS Y RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE LOS DESINFECTANTES

- No deben mezclarse en un mismo recipiente productos antisépticos o desinfectantes de distinta composición.
- No se debe modificar la concentración establecida para cada procedimiento.
- Estos productos deben permanecer debidamente tapados después de su uso.
- Nunca se deben tapar utilizando cubiertas de metal, algodón, gasa, corcho o papel. Usar la tapa original.
- Una vez que se vierte el contenido del desinfectante o antiséptico, no debe retornarse a su envase original.
- Nunca debe llenarse un envase semivacío a partir de otro.
- Las diluciones deben hacerse a la temperatura, y según el procedimiento indicado por el fabricante.
- Deben almacenarse en áreas secas, ventiladas y protegidas de la luz.

- Vigilar y controlar la fecha de vencimiento de los antisépticos y desinfectantes.
- Devolver los productos vencidos en grandes cantidades.
- Los antisépticos deben utilizarse en envases monodosis siempre que sea posible.

NIVELES DE DESINFECCIÓN

1. Desinfectante de alto nivel

Desinfectante que por su composición química, modo de empleo y prolongado tiempo de acción (de 12 a 24 horas), puede esterilizar objetos inanimados.

Requisitos para obtener una desinfección de alto nivel

- Descontaminación previa.
- Lavado.
- Enjuague con agua estéril.
- Secado.
- Almacenado.
- Correcta utilización.

Ejemplos:

- Glutaraldehído alcalino al 2%.
- Gluconato de clorhexidina.
- Dióxido de cloro (ClO_2).
- Ácido Cloroso (HClO_2).
- Combinaciones de peróxido de hidrógeno y ácido peracético.
- Ácido peracético al 0.2% (a 50°C).

2. Desinfectante de nivel intermedio

Desinfectante que no necesariamente destruye un gran número de esporas bacterianas, pero que es tuberculicida, virucida y fungicida, en un tiempo relativamente corto de tiempo (6 a 12 horas).

Ejemplos:

- Derivados fenólicos.
- Alcoholes (etílico, isopropílico).
- Yodo – Povidona.
- Combinaciones de alcohol isopropílico con compuestos de amonio cuaternario.
- Hipoclorito de Sodio.

3. Desinfectante de bajo nivel

Desinfectante que no puede destruir en un período práctico de contacto: esporas bacterianas, bacilos de tuberculosis o virus pequeños sin lípidos en su constitución, ni el virus de la inmunodeficiencia humana.

Ejemplos:

- Compuestos de amonio cuaternarios.

Por la amplia utilización de este desinfectante, lo pondremos como ejemplo para su análisis: HIPOCLORITO DE SODIO

Sinónimo: Cloro, Lejía.

Actividad antimicrobiana:

- Bactericida.
- Virucida.
- Esporicida.
- Tuberculicida.
- Fungicida.

Nivel de acción:

- Intermedio.

Categoría:

- Desinfectante a una concentración de 0,05 a 0,10, y un pH cercano a 7,0.

Usos:

- Desinfección de tanques de hidroterapia.
- Limpieza de equipos de diálisis.
- Limpieza de lavatorios, baños, bidés, pisos y paredes.
- Limpieza de vajilla.
- Lavado de ropa en general.
- Desinfectante en derrames de sangre contaminada con VIH y Hepatitis B.
- Cloración del agua.
- Desinfección de algunos alimentos (legumbres y frutas).
- Desinfección de desechos líquidos (heces, vómitos, sobrantes, líquidos y otros) contaminados específicamente con *Vibrio cholerae*.

Propiedades:

- Es incompatible con detergentes iónicos.
- Nunca debe mezclarse con ácidos o alcoholes, puede desprender gas, cloro.
- Su uso está limitado debido a su gran efecto corrosivo.
- Inactivo en presencia de materia orgánica.
- Es decolorante.

Efectos adversos:

- Es muy irritante para la piel y la mucosa, puede necrosar el tejido y retardar la coagulación.
- Dispepsia.
- Asma.

Precauciones:

- Almacénese a temperaturas menores de 20°C.
- Guarde en envases no transparentes.
- Use guantes y cubre-bocas para la preparación de las soluciones mayores del 10% y para su aplicación.
- No usar en espacios cerrados.
- Prepare las soluciones cuando las necesite o máximo para cada día.

Presentación:

- Comercial al 5% y al 3%.
- Producto de la CCSS al 10%.

Dilución:

- Para preparar un galón (*) al 3%: agregue 1000 ml de cloro al 10% a 2500 cc de agua.
- Para preparar un galón (*) al 5%: agregue 1000 ml de cloro al 10% a 1000 cc de agua.

pH = 5-7 = permite destruir esporas rápidamente.

(*): 1 galón: 3,78 litros.

NORMAS DE BIOSEGURIDAD PARA EL ÁREA DE LAVANDERÍA

- ✓ Emplee siempre los elementos de protección personal: monogafas, delantal plástico y guantes según la actividad desempeñada.
- ✓ Utilice guantes en forma permanente para el lavado de ropa, delantales y blusas medicas y de cirugía o cuando trabaje con equipo contaminado con sangre o cualquier fluido corporal.

- ✓ Manipule lo menos posible la ropa proveniente del personal médico o de pacientes. No agite la ropa.
- ✓ Se recomienda implementar por el comité de infecciones el programa de segregación de la ropa.

MANEJO DE ROPA HOSPITALARIA

(Manual de Lavandería Hospitalaria. http://www.ssvddivia.cl/normas_iyh/norma_15.doc Gobierno de Chile Ministerio de Salud)

ROPA LIMPIA

En general la ropa limpia no se ha asociado a infecciones en los pacientes y no hay antecedentes que la ropa haya estado implicada en forma significativa en la transmisión de infecciones epidémicas o endémicas en los pacientes. El proceso de lavado debe garantizar y asegurar que el material esté exento de riesgo.

NORMAS

1. El hospital debe proveer de ropa limpia ya sea que sea por su procesamiento en el hospital o por medio de servicios contratados.
2. El proceso de lavado de ropa debe reunir los siguientes requisitos:
 - a) El lavado se debe realizar a una temperatura de 75°C por más de 30 min.
 - b) Uso de detergente químicos y posteriormente desinfectantes que aseguren la destrucción de los gérmenes vegetativos y virus.
 - c) La ropa debe plancharse con rodillos o un equivalente a más de 170°C.
 - d) La ropa limpia se debe manipular en forma separada de la ropa sucia a fin de protegerla de su contaminación.
 - e) El proceso de lavado desde su entrega hasta el despacho a los Servicios clínicos debe ser supervisado en forma permanente.
 - f) La ropa limpia debe transportarse a los Servicios Clínicos en carros tapados de uso exclusivo.
 - g) La manipulación de ropa limpia debe realizarse con lavado clínico de manos previo.
 - h) La ropa limpia debe almacenarse en lavandería y servicios clínicos en estanterías que la protegen del polvo.

ROPA SUCIA

La manipulación de ropa sucia y contaminada puede sin embargo ser una fuente de infecciones para el personal que la manipula en los servicios o para el personal de la

lavandería, por lo que se debe cumplir con algunas normas básicas de prevención de infecciones en su manipulación.

NORMAS

1. La institución debe proveer de ropa y elementos de protección para todo el personal que debe manipular ropa sucia.
2. El horario de retiro de la ropa sucia debe ser aquellos en que el tránsito de personal y pacientes sea menor, o sea antes de comenzar la jornada de trabajo habitual del establecimiento. El personal que realiza estas labores debe iniciar su jornada entre la 7 y 7,30 horas (o antes).
3. El personal debe manipular ropa sucia con uso de guantes de goma gruesos, mascarilla y pechera plástica que le permita el libre desplazamiento por su lugar de trabajo.
4. El personal que manipula ropa sucia debe hacerlo con ropa y zapatos de uso exclusivo, la que no debe salir del área sucia de la lavandería.
5. Posterior a la manipulación de ropa sucia el personal debe lavarse prolijamente las manos y disponer de ducha a utilizar posterior a su jornada de trabajo.
6. El personal que labora en sector de ropa sucia no debe ingerir alimentos al interior del recinto.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Antisepsia

Implica la eliminación de microorganismos o su inhibición en los tejidos, fluidos corporales u objetos. No necesariamente destruye todos los microorganismos pero si reduce su número.

Métodos y procedimientos utilizados para suprimir o eliminar los microorganismos

Se reconocen dos tipos o procedimientos: técnica aséptica médica y técnica aséptica quirúrgica.

Antiséptico

Sustancia química que se usa en tejidos vivos para inhibir o destruir el crecimiento de microorganismos con el propósito de prevenir la infección, la descomposición o la putrefacción.

Bactericida

Es la sustancia que destruye toda forma de vida bacteriana.

Bacterostático

Es el agente que estando presente impide la multiplicación de las bacterias.

Contaminación

Es la existencia de microorganismos patógenos sobre superficies corporales o de objetos inanimados como: pisos, paredes, así como en otros elementos, tales como aire, agua y alimentos.

Descontaminación

Es el proceso de remoción de los microorganismos productores de enfermedad, permitiendo que los objetos sean seguros de manipular.

Desinfección

Es el proceso que permite eliminar la mayoría de los microorganismos en los objetos inanimados. No es un procedimiento para eliminar esporas.

Desinfectante

Sustancia química que se aplica a objetos inanimados para disminuir o destruir la población de microorganismos.

Detergente

Agente sintético, soluble en agua, efectivo para la limpieza de superficies y objetos inanimados.

Esterilidad

Es la ausencia de toda forma de vida. Un objeto, una superficie o área corporal está estéril cuando reúne esta condición.

Esterilización

Es la destrucción total de toda forma de vida microbiana.

Limpieza

Eliminación física de materia orgánica, polvo y cualquier material extraño de los objetos. Debe realizarse con agua, con o sin detergente, más acción mecánica y proceder a los procesos de desinfección y esterilización. La limpieza está diseñada para remover, más que para matar microorganismos.

Materiales críticos

Son instrumentos o dispositivos que se introducen directamente en el torrente sanguíneo o en otras áreas del organismo, normalmente estériles. De estar contaminados conllevan a un mayor riesgo de infección.

Materiales semicríticos

Son los materiales con bajo riesgo de infección que no tienen contacto directo con el paciente o sólo con la piel sana. Estos materiales deben limpiarse con un detergente apropiado y agua, en algunos casos es recomendable someterlos a una desinfección de bajo nivel. Ejemplos: bidés, orinales, equipos de Rayos X.

Séptico(a)

La existencia de microorganismos o de sus toxinas en áreas que normalmente no los poseen, lo que indica que están contaminadas.