

253
Rej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

**ESTERILIZACION Y DESINFECCION
DE INSTRUMENTAL**

T E S I S

Que para obtener el Título de
CIRUJANO DENTISTA

P r e s e n t a

ISIDRA LUVIANOS REYES



México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Págs.
INTRODUCCION	7
CAPITULO I	9
Generalidades	9
Esterilización	9
Desinfección	9
Antisepsia	9
Saneamiento	9
Criterios de viabilidad	9
Efectos de la prueba medium	10 - 13
Susceptibilidad diferencial	13
Dinámica de la esterilización y desinfección.	13 - 15
Factores que afectan la potencia desin- fectante	15
Concentraciones del agente bactericida .	15
Tiempo	16
Temperatura	16
Naturaleza de los microorganismos	17
Presencia de materiales extraños	17 - 18
CAPITULO II	
Esterilización	19
Esterilización física	19 - 20
Calor húmedo	20
Calor seco	21 - 22
Esterilización química	23
Formaldehído	23
Oxido de etileno	24 - 25
Filtración	25 - 26
Radiación	26
Radiación ultravioleta	27

	Págs.
Mecanismo de muerte por luz ultravioleta . . .	27 - 28
Aplicaciones prácticas	28 - 29
Radiaciones ionizantes	29 - 32
Ultrasonido	32 - 33
CAPITULO III	34
Desinfectantes	34 - 35
Problemas que se plantean en la evaluación de los desinfectantes	35 - 36
Halógenos	36 - 39
Metales pesados	39 - 40
Alcoholes	40 - 45
Detergentes	45 - 47
CAPITULO IV	48
Esterilización y desinfección en el consulto dental.	48
Instrumental	48 - 50
Desinfección de la pieza de mano	50
Autoclave	50 - 51
Oxido de etileno	51
Esterilizador por aceite	51
Esterilizador de piezas de mano harvey . . .	51 - 52
Agua en ebullición	52 - 53
CONCLUSION	54
BIBLIOGRAFIA	55

I N T R O D U C I O N

La esterilización y desinfección juegan un papel importante en la práctica diaria del cirujano dentista. Normalmente suele tomarse una serie de medidas que tienden a lograr un mínimo de asepsia para evitar así la propagación de enfermedades de tipo infeccioso.

Fundamentalmente el material que se somete a un verdadero proceso de esterilización y/c desinfección es: --- pinzas, espejos, forceps, exploradores, jeringas y agujas, aunque en ocasiones es por desconocimiento de las técnicas adecuadas de esterilización ni este instrumento que da esterilizado. Por otro lado, existe instrumental y --- elementos que forman parte de nuestra área de trabajo que no son sometidos a procesos de esterilización o desinfección, siendo ésto una probable fuente de infección que debe ser considerada. Me refiero a instrumental como: pieza de mano, fresas, piedras montadas, portaimpresiones e instrumental de endodoncia. Los elementos que forman parte del área de trabajo serían: cabezal, brazos del sillón, charola donde se coloca el instrumental, gabinetes donde se guarda el instrumental y material de uso diario.

La manera como un cirujano dentista puede controlar y evitar la infección cruzada, es estudiando las posibles vías de diseminación de microorganismos y aplicando adecuadamente las medidas que eviten la contaminación.

El presente trabajo tiene como objetivo motivar la discusión sobre este tema, ya que consideramos este un punto básico para evitar la diseminación de enfermedades de tipo infeccioso en el consultorio dental, responsabi -

lidad que cualquier cirujano dentista debe tener presente durante el ejercicio de la práctica Profesional.

CAPITULO I

GENERALIDADES

Varios términos han sido empleados para expresar los efectos dañinos de ciertos agentes físicos y químicos, sobre los microorganismos.

ESTERILIZACION: Es el empleo de agentes físicos y químicos que se utilizan para eliminar a todos los microorganismos viables de un material.

DESINFECCION: Es el empleo de agentes químicos (germicidas) para destruir la infecciosidad potencial de un material.

ANTISEPSIA: Es generalmente la aplicación tópica de sustancias químicas en la superficie corporal para matar o inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos.

SANEAMIENTO: Son los distintos métodos utilizados para disminuir el contenido bacteriano de utensilios que no tienen necesidad de ser esterilizados.

Además, algunas terminaciones nos indican las características de algunas sustancias sobre los microorganismos.

La terminación "cida" (bactericida) se añade para implicar una acción normal en cualquier tipo de microorganismos; la terminación "stasis" (bacteriostasis) se añade para indicar que la sustancia química o método físico, es capaz de inhibir el crecimiento o la multiplicación de los microorganismos.

Desinfectante es un agente que mata microorganismos capaces de producir infección; las sustancias que se aplican a tejidos vivos con el fin de evitar la sepsia o putrefacción ya sea matando a los microorganismos o impidiendo su crecimiento se denominan antisépticos.

CRITERIOS DE VIABILIDAD

Ya hemos dicho que algunos agentes quimioterápicos son -

bactericidas, en tanto otros son únicamente bacteriostáticos. Ambos tipos de compuestos pueden ser útiles como antisépticos sin embargo, todo desinfectante eficaz debe ser bactericida.

Es necesaria una definición operacional de viabilidad para realizar una cuantificación exacta de la acción bactericida; el criterio fundamental consiste en la capacidad del microorganismo para propagarse indefinidamente, cuando se encuentra situado en un medio ambiente adecuado.

Quando dependemos únicamente de un agente bactericida tenemos que las células no viables o "muertas", pueden o no mostrar alteraciones en propiedades como la morfología (p. ej. lisis), coloración (p. ej.: penetración de colorantes normalmente excluidos), motilidad y actividad enzimática.

Por ejemplo, una suspensión de células vegetativas no respiraran en una suspensión tratada con dosis letales de rayos X o ultravioleta pero pueden retener esta y otras capacidades metabólicas, muchas de las células no viables pueden incluso experimentar varias divisiones antes de que cese la proliferación. Similarmente, las esporas pueden germinar con frecuencia después de la radiación, pero en general muestran poco o ninguna división. De todo ello se desprende que los criterios microscópicos o bioquímicos indirectos no pueden ser considerados en forma definitiva para medir la acción bactericida, a menos que se altere con pruebas directas de la viabilidad.

EFFECTOS DE LA PRUEBA MEDIUM

Incluso las pruebas directas para la viabilidad pueden dar resultados ambiguos; dos medios distintos, que dan recuentos viables idénticos con células corrientes de determi -

nadas especies pueden dar recuentos bastante diferentes con células lesionadas. La reparación de ciertos tipos de lesiones es influida evidentemente por varios factores, incluyendo la tonicidad osmótica y la riqueza de sustancias nutritivas. Un ejemplo muy claro es el del ión mercurio cuya acción antibacteriana depende la combinación con grupos sulfhidricos en la célula. Ya en 1889 se halló que Kich había sobreestimado la acción desinfectante de este agente, puesto que las esporas del ántrax que había "esterilizado" podían "resucitar" mediante lavados con una solución de H_2S , el cual forma un compuesto esencialmente nodisociable con el mercurio (Hg^{++}), de aquí que se inviertan sus combinaciones en la célula.

Las consideraciones introducidas aquí, adquieren una importancia práctica en la preparación de vacunas, las cuales se hayan con frecuencia esterilizadas de la manera más suave posible, afin de retener la máxima inmunogenicidad. Para probar su esterilidad no es suficiente el hecho de la negatividad de los medios de cultivo artificiales; sólo cabe decir que los microorganismos patógenos están adecuadamente esterilizados cuando son incapaces de iniciar la infección en el cuerpo animal.

Cabe destacar que el término esterilización no es idéntico al de destrucción de las bacterias o sus productos, aun que ambos términos se intercambian con frecuencia. Por ejemplo, al preparar las soluciones para la administración intravenosa no basta tener el máximo cuidado en asegurar su esterilidad, sino también es necesario minimizar las contaminaciones bacterianas previas, puesto que los productos bacterianos pirógenos (endotoxinas) pueden sobrevivir al autocla-

nadas especies pueden dar recuentos bastante diferentes con células lesionadas. La reparación de ciertos tipos de lesiones es influida evidentemente por varios factores, incluyendo la tonicidad osmótica y la riqueza de sustancias nutritivas. Un ejemplo muy claro es el del ión mercurio cuya acción antibacteriana depende la combinación con grupos -- sulfhidrilos en la célula. Ya en 1889 se halló que Kich -- había sobre estimado la acción desinfectante de este agente, puesto que las esporas del ántrax que había "esterilizado" -- podían "resucitar mediante lavados con una solución de H_2S , el cual forma un compuesto esencialmente no dissociable con el mercurio (Hg^{++}), de aquí que se inviertan sus combinaciones en la célula."

Las consideraciones introducidas aquí, adquieren una -- importancia práctica en la preparación de vacunas, las cuales se hayan con frecuencia esterilizadas de la manera más -- suave posible, afin de retener la máxima inmunogenicidad. Para probar su esterilidad no es suficiente el hecho de la -- negatividad de los medios de cultivo artificiales; sólo cabe decir que los microorganismos patógenos están adecuada -- mente esterilizados cuando son incapaces de iniciar la in -- fección en el cuerpo animal.

Cabe destacar que el término esterilización no es idéntico al de destrucción de las bacterias o sus productos, -- aunque ambos términos se intercambian con frecuencia. Por -- ejemplo, al preparar las soluciones para la administración -- indovenosa, no basta tener el máximo cuidado en asegurar su esterilidad, sino también es necesario minimizar las con -- taminaciones bacterianas previas, puesto que los productos -- bacterianos perógenos (endotoxinas) pueden sobrevivir al -- autoclave o la filtración y producir respuestas tóxicas fe --

briles.

Por tanto, es necesario que el agua y los distintos reactivos usados en la preparación de los líquidos parentales y biológicos satisfagan los criterios de pureza, los cuales son bastante distintos de los que se requieren para el trabajo químico analítico.

SUSCEPTIBILIDAD DIFERENCIAL

La susceptibilidad diferencial a los desinfectantes o al calor, representan las células de una determinada especie varían con su estado fisiológico; las células en un cultivo joven son, en general, algo más susceptible a los distintos agentes físicos y químicos que los que se hallan en un cultivo viejo que se acerca al agotamiento de sustancias nutritivas.

DINAMICA DE LA ESTERILIZACION Y DESINFECCION

El conocimiento de la cinética de muerte de una población de bacterias cuya ayuda a entender las bases de la esterilización por agentes letales.

En el caso de un microorganismo el único criterio de su muerte es la pérdida irreversible de su habilidad para reproducirse, esto es usualmente determinado por las técnicas de plaqueo, las cuales cuentan cuantitativamente por colonia el número de sobrevivientes de un cultivo, que ha sido expuesto a un agente esterilizante.

Cuando una población bacteriana es expuesta a un agente letal se presenta una reducción progresiva con el tiempo del número de sobrevivientes.

La cinética de muerte de una población bacteriana es generalmente exponencial es decir que el número de sobrevivientes decrece con el tiempo y si el logaritmo del número

de sobrevivientes es trazado como una función del tiempo de exposición se obtendrá una línea recta. Es negativo que la pendiente se defina como el rango de muerte éste únicamente nos dice que fracción de la población inicial sobrevive en un tiempo dado de exposición al agente antibacteriano; para poder determinar el actual número de sobrevivientes nosotros deberemos saber el tamaño de la población inicial, la relación es expresada matemáticamente: $K=1/t \log.B/b$.

Donde B es el número inicial de organismos y b es el número después del tiempo (t). La curva logarítmica es matemáticamente conveniente cuando son usadas concentraciones altas de desinfectante; con concentraciones bajas la curva es sigmoideal; al rango comienza lentamente en el estadios tempranos de procedimiento y rápidamente se eleva la curva para la mayoría de los procesos de desinfección y finalmente desciende en forma lenta hasta el final de la misma, el decaimiento de la pendiente hacia el final del proceso es muy importante desde el punto de vista de la esterilización ya que resulta de un requerimiento más prolongado e intenso en el tratamiento para destruir a la población de sobrevivientes resistentes, los cuales han estado presentes desde el principio en la población microbiana.

Las experiencias prácticas han demostrado, sin embargo, que bajo ninguna circunstancia puede uno extrapolar que el rango exponencial de muerte llegue a cero con la presunción de que el tiempo de exposición indicado nos garantice esterilidad; debido a que la forma exponencial de la curva sobrevivientes-tiempo se alarga en el número inicial de células que van a ser matadas esto requiere un tratamiento más extenso y prolongado para la esterilización; aun así es de esperarse que los rangos de desinfectante varien con las concentraciones del desinfectante empleado. Los efectos de-

la concentración sobre el rango no son constantes y varían considerablemente con los distintos desinfectantes.

FACTORES QUE AFECTAN LA POTENCIA DESINFECTANTE

En contraste con los agentes quinioterápicos que exhiben un alto grado de selectividad para ciertas especies bacterianas, los desinfectantes son altamente tóxicos para todo tipo de células.

El valor relativo de un desinfectante en particular depende grandemente de las condiciones bajo las cuales opera.

CONCENTRACIONES DEL AGENTE BACTERICIDA

Muchos agentes son letales a las bacterias solo cuando se usan en concentraciones extremadamente altas, sin embargo otros pueden estimular, retardar o aún matar microorganismos en concentraciones aún bajas. La mayoría de los compuestos químicos que pueden matar bacterias, presentan efectos bacteriostáticos en concentraciones menores que las requeridas para matar. También existe una marcada tendencia de los agentes venenosos a estimular procesos biológicos cuando son empleados en bajas concentraciones.

La concentración requerida para producir un efecto dado, así como el rango de concentración sobre el cual un efecto dado es demostrable, varía con el desinfectante, el microorganismo y el método de prueba. Existe una cerrada relación entre la concentración de droga empleada y el tiempo requerido para matar a una fracción de una población dada. Esta relación se muestra en la expresión:

$$Ct = nK.$$

Donde C es la concentración de droga, t es el tiempo requerido para matar a una fracción de células, n y K son constantes.

Por ejemplo; con los compuestos fenólicos un cambio en la concentración del desinfectante tiene un pronunciado -- efecto en el rango de desinfección: disminuyendo la concentración se incrementa el tiempo requerido para la esterilización.

TIEMPO

Cuando las bacterias son expuestas a una concentración definida de un agente bactericida, aún en exceso y aunque -- hayan sido revueltas, todos los organismos no se mueren al mismo tiempo; pero hay una disminución gradual del número -- de células vivientes.

La desinfección es generalmente considerada como un -- proceso en el cual las bacterias son matadas en un tiempo -- razonable.

PH

La concentración de hidrógeno exhibe su influencia en la acción bactericida; afectando a la bacteria y el agente -- químico. Cuando las bacterias están suspendidas en un medio de PH7 están cargadas negativamente y un incremento PH dará por resultado una carga mayor que puede alterar la concen -- tración efectiva del agente químico en la superficie de la -- célula.

El PH también determina el grado de ionización del bac -- tericida; en general las formas no ionizables de agentes -- disociables pasa a través de la membrana celular más rápido que las formas iónicas relativamente activas.

TEMPERATURA

La muerte de bacterias con agentes químicos, como cual -- quier otra reacción química que incrementa cuando aumenta -- la temperatura.

Por cada incremento de 10°C en la temperatura se dobla en rango de muerte en los microorganismos.

Con algunos agentes como el fenol el rango se incrementa 5 u 8 veces; esto nos sugiere la complejidad de las reacciones y la influencia de otras variables que pueden ser controladas.

NATURALEZA DE LOS MICROORGANISMOS

Un variado número de factores relacionados con el microorganismo mismo, ejercen efectos pronunciados sobre la actividad del agente bactericida. Estos factores incluyen la especie del organismo de que se trate y su composición química; las fases del crecimiento del cultivo, la presencia de estructuras especiales como las esporas, microorganismos capsulados, la historia previa del cultivo, y el número de bacterias en el sistema de prueba también intervienen modificando al agente bactericida.

PRESENCIA DE MATERIALES EXTRAÑOS

La presencia de material orgánico y otros materiales extraños como el suero, sangre y el pus siempre incluyen en la actividad de muchos agentes usados para la desinfección y dan como resultados, sustancias inertes las cuales muestran una alta actividad en su ausencia.

Estos materiales orgánicos alteran la actividad desinfectante de muchas maneras, entre ellas tenemos:

La absorción del desinfectante por proteínas coloidales, la formación de compuestos químicamente inertes o menos activos o bien la unión de desinfectantes a grupos activos de la proteína extraña.

Entre los desinfectantes que son inhibidos en mayor proporción por material orgánico con alto contenido protei-

co se encuentran las anilinas, los mercuriales son marcadamente inhibidos por compuestos que contienen grupos sulfhidrilos.

Los compuestos de amonio cuaternarios son inhibidos por jabones y lípidos.

Los desinfectantes con alto efecto bacteriostático -- requieren de la acción de inactivadores para poderlos llevar al medio de cultivo con el fin de poder neutralizar -- cualquier otro desinfectante que es llevado con él en el -- inóculo al cultivo. La adición de inactivador es necesaria para poder distinguir la acción bacteriostática de la acción bactericida y para determinar en que momento los microorganismos han sido muertos irreversiblemente.

CAPITULO II

ESTERILIZACION

Como habíamos mencionado la esterilización implica el uso de agentes químicos o físicos para eliminar todos los microorganismos viables de un material.

Para llevarla a cabo nos basamos para seleccionar los métodos de esterilización en: a) De acuerdo a los microorganismos por su número y género. b) El objeto de esterilizar. c) El equipo disponible, y d) A los principios esterilizantes.

Los métodos de esterilización son varios, entre ellos tenemos: esterilización física; calor que puede ser húmedo o seco y desecación, luego tenemos la esterilización química, la esterilización por radiación ionizante y por último la esterilización por ultrasonido.

ESTERILIZACION FISICA

Primeramente hablaremos de la esterilización por calor; el cual mata a las bacterias por desnaturalización macromoléculas ya que las proteínas se coagulan; las interacciones de los pares de base de los ácidos nucleicos se rompen, los lípidos se disuelven y desaparece su asociación normal interna con las proteínas de la membrana celular. La coagulación proteínica probablemente sea la causa principal de la muerte celular, ya que la intensidad de coagulación térmica de las proteínas en solución es paralela a la intensidad de destrucción de las bacterias por agua caliente, vapor, calor seco.

El papel del agua al proporcionar una alteración en la configuración proteica por el calor, viene ilustrado -

por la utilidad del vapor en la compresión o sea, alterando los débiles y múltiples puentes entre las moléculas fibrósas de la queratina, la explicación de este hecho se basa en que la configuración natural de una proteína se estabiliza en parte mediante puentes de hidrógeno en especial entre el C=O y el HN de diferentes grupos péptidos en regiones helicoidales del péptido; estos puentes se rompen con rapidez para ser reemplazados por puentes de Hidrógeno unidos a moléculas de agua.

El vapor puede utilizarse a presión mayor de la ambiental como el calor seco y a presión ambiental como el calor húmedo. El vapor a presión mayor de la ambiental se utiliza a menor temperatura que es de 121°C por 30 minutos.

CALOR HUMEDO

Esta técnica se prefiere en general para todos los materiales a excepción de aquellos a los que podría lesionar. Es rápida, todos los microorganismos son susceptibles y el agente penetra en las superficies lisas y rugosas que a veces pueden protegerse de los desinfectantes químicos.

Los hongos, la mayor parte de los virus y las células vegetativas de varias bacterias patogénicas se esterilizan en pocos minutos a 50-70 grados, e incluso la mayor parte de esporas resistentes de las clostridias y de otros patógenos formadores de esporas, se esterilizan a temperaturas altas (con vapor o presión) en un tiempo relativamente breve, sin embargo, si el objetivo es suprimir bacterias patógenas en jeringas e instrumentos de cirugía menor basta la ebullición durante 10 a 15 minutos, porque las esporas de las bacterias patógenas no son tan resistentes al calor como las esporas de las bacterias no patógenas.

Al usar el autoclave es importante que la corriente de

vapor permita desplazar el aire antes de que aumente la presión. Cuando el vapor se halla mezclado con el aire, la temperatura viene determinada por la presión parcial del vapor del agua, de aquí que el vapor saturado (es decir libre de aire) a 15 lb (una atmósfera) de presión manométrica tenga una temperatura de 121°; pero si no se evacua el aire de la cámara y se añade el vapor, la temperatura media será sólo de 100 grados (de hecho, el efecto del aire es siempre inconveniente, puesto que siempre tenderá a permanecer no ca-
lentado en el fondo de la cámara).

Es también importante que las vasijas tengan una cubierta con orificio y no se hallen completamente llenas de líquido, a fin de permitir la libre ebullición del aire disuelto durante el calentamiento y la libre ebullición del líquido sobre calentado cuando desciende la presión del vapor. Con objetos porosos y voluminosos con grandes volúmenes de líquidos es necesaria una mayor permanencia, a fin de permitir que el calor penetre en el conjunto del volumen.

Los autoclaves modernos se hallan provistos de una cubierta externa en la cual pueden mantenerse la presión del vapor en tanto desciende en la cámara central; de esta forma los objetos humedecidos por condensación pueden sacarse con rapidez.

CALOR SECO

El calor seco es un agente mucho menos mortal que el calor húmedo; para una misma cantidad determinada de calor proporcionada, según se sabe. Cuando las bacterias y los virus se hallan secos, necesitan al igual que las enzimas aisladas, una temperatura más elevada para que se produzca una lesión irreversible; la esterilización segura mediante calor

seco requiere una temperatura de 160° durante 1 a 9 horas. El calor seco tiene el inconveniente de que el aire caliente penetra en los materiales porosos con mucha más lentitud que el vapor condensado y de ésta manera después de 1 hora de alcanzarse la temperatura de 160° en el exterior de un gran fardo de compresas quirúrgicas en su interior pueden no alcanzar aún los 100° . La esterilización por calor seco se usa en el laboratorio para cajas de petri, matraces, tubos de ensayo, jeringas, pipetas y también para muchos artículos que se estropean por la humedad; básicamente se utiliza para objetos metálicos y de vidrio a una temperatura de 160 a 170°C durante dos horas el calor seco intenso o incineración se usa al flamear las superficies contaminadas en un proceso de transferencia aséptica y cuando se destruye material infectado con duración de 3 a 5 segundos.

DESECACION

La desecación del aire mata las células vegetativas de la mayoría de las células. Quizá la acción destructora de concentraciones altas de solutos producidos por deshidratación, se acelera cuando las células se secan a temperaturas normales del aire. Las bacterias difieren en su sensibilidad para la desecación; así el bacilo tuberculoso es resistente y el vibrión colérico es muy sensible.

Las endoesporas que sobreviven durante mucho tiempo en el aire, suelo y objetos secos, son más resistentes a la desecación en general; y se puede decir que las bacterias sometidas a desecación se reducen mucho en número; pero se ha visto también que las sobrevivientes a la desecación inicial permanecen viables por períodos muy largos. La muerte máxima de microorganismos en las gotitas de aire tiene lugar con una humedad relativa de 50% ya que con humedad menor la desecación rápida hace que el organismo sea resistente a solutos concentrados.

ESTERILIZACION

La esterilización química usada en la actualidad es hecha principalmente por medio de agentes quelantes como son el formaldehído y el óxido de etileno.

Los efectos letales de estos compuestos resultan de su acción quelante sobre las proteínas (atrapando con unión metálica).

La inhibición producida por estos agentes es irreversible y resulta de una modificación enzimática así como de la inhibición de la actividad enzimática.

FORMALDEHIDO

Es uno de los últimos agentes selectivos que actúan sobre las proteínas, quelando los grupos carboxilos, hidroxilos y sulfhidrilos de las mismas por reemplazo directo de los átomos de hidrógeno por grupos hidroximetilados.

El formol es un gas que se emplea usualmente en una solución al 37% (formalina). La formalina es usada para congelar y preservar tejido fresco para su estudio al microscopio.

Cuando es usado el formaldehído en concentraciones suficientemente altas destruye todos los microorganismos incluyendo esporas.

El formaldehído se utiliza para la esterilización de superficies secas de las habitaciones de enfermos con infecciones graves y en la esterilización de instrumental de plástico utilizados en los laboratorios bacteriológicos y para las jeringas desechables de material plástico.

Este compuesto posee varias reacciones desagradables como son la persistencia de restos irritantes que no son rápidamente eliminadas porque la despolimerización del polímero reversible que se forma (paraformaldehído) es muy lenta.

OXIDO DE ETILENO

Es un gas altamente hidrosoluble, fue introducido más recientemente (1940) y ha demostrado ser la sustancia más segura disponible hasta ahora para la desinfección gaseosa de las superficies secas y no tiene ninguno de los inconvenientes del formaldehído, no obstante, su acción es mucho más lenta que la del vapor, resulta mucho más caro y muestra cierta toxicidad residual, además, el potencial de mutagenicidad y carcinogenicidad para el hombre requiere de una detallada investigación.

Se ha demostrado que el formaldehído, óxido de etileno y otros agentes quelantes poseen una acción mutagénica en las bacterias, en las semillas de las plantas y en la *Drosophila*.

El Oxido de Etileno es un agente quelante extensivamente usado en la esterilización gaseosa, es activo en contra de cualquier tipo de bacterias incluso esporas y el bacilo tuberculosos pero como mencionamos anteriormente su acción es lenta.

Puede ser usado para la esterilización de un amplio rango de materiales, pero su mayor aplicación es en los materiales que pueden ser dañados por el calor; como son los instrumentos de plástico, equipos quirúrgicos, cama de hospitales y ropa usada por enfermos.

La acción quelante del óxido de etileno es debida a que rompe los anillos de hidrógeno lábiles y forma radicales hidroxietilenos, los cuales se fijan a la posición-

ocupada por el hidrógeno en las proteínas nucleicas de las células bacterianas, produciendo la muerte celular por bloqueo de los grupos carboxilos, aminos, sulfihidrilos, hidróxilos y los grupos fenólicos de estas proteínas. Asimismo, algunas enzimas son inhibidas como son las fosfoquinazas y algunas peptidazas.

El óxido de etileno es altamente explosivo por este peligro se elimina mediante el uso de una mezcla con 90% de CO₂ o fluoruro carbono. También tiene el inconveniente de que los objetos esterilizados quedan con residuos del gas los que se elimina por medio de areación, sequedad y cuarentena al vacío.

FILTRACION

La filtración es un sistema mecánico mediante el cual los microorganismos no son destruidos sino que son únicamente removidos.

El conocimiento mecánico de este principio juega un papel muy importante en los procesos de filtración, así como los efectos electrostáticos, los de absorción y la construcción física del filtro.

Es un método principalmente usado en los laboratorios para esterilización de materiales termolabiles, o bien para obtener filtrados libres de bacterias en líquidos que vayan a ser ingeridos.

Diferentes tipos de filtros son empleados con propósitos de esterilización; entre éstos tenemos.

1) Filtro Seitz.- Consisten en discos compuestos de α asbesto y celulosa, los cuales son desechados después de una simple filtración; estos filtros aportan iones calcio, los que pueden causar aglutinación del plasma filtrado; además aportan iones fierro.

2) Filtros de Vidrio incrustado.- Estos filtros son-

hechos mediante la fusión de finos fragmentos de vidrio.

3) Filtros de Vela.- Se encuentran formados por tubos de gruesas paredes hechas de tierra Diatomaceus, se les -- conoce también como filtros Berfeld; pero tienen el inconveniente de que absorben el líquido que se está filtrando.

4) Filtros de Membrana.- Estos filtros se pueden presentar en una gran variedad de tamaños de poro, están compuestos por discos biológicos de celulosa inerte; varian -- do el tamaño de sus poros desde 14 micras a 0.025 milimicras. El filtro más usado es el de 0.22 milimicras debido a que el tamaño del poro es más pequeño que cualquier bacteria conocida, se utiliza en soluciones que contienen suero plasma o tripsina, donde la especie de pseudomonas, y -- otras bacterias pueden estar, sin embargo los virus y los microplasma s suelen pasar el filtro.

Estos filtros observen muy poco del fluido que está -- siendo esterilizado y son muy usados para la esterilización de algunos materiales a los que no pueden tolerar sin deterioro altas temperaturas.

RADIACION

La luz del sol posee una apreciable acción bactericida y juega un papel importante en la esterilización que es -- pontáneamente ocurre bajo condiciones naturales, esta acción desinfectante es debida primeramente a su contenido -- de rayos ultravioleta, la mayoría de los cuales son mantenidos fuera por los vidrios y la presencia de oxono en las regiones más altas de la estratósfera. Otros rayos electromagnéticos de poca longitud de onda como los rayos X, -- los rayos Gamma y los rayos producidos por decaimiento radioactivo de iones acelerados también producen efectos pronunciados de esterilización cuando son absorbidos por las --

bacterias.

RADIACION ULTRAVIOLETA

La efectividad de la luz ultravioleta como agente letal y mutagénico está íntimamente relacionada con su longitud de onda. La longitud de onda más efectiva para ser usada como bactericida se encuentra entre el rango de 240- a 280 nanómetros y el óptimo cerca de los 260 nanómetros - el cual corresponde a la absorción máxima de radiación por el D.N.A.

Las radiaciones ultravioleta permite la formación de puentes covalentes entre las pirimidinas adyacentes aun -- con otra en la misma banda, resultando entonces la formación de dímeros pirimidínicos de tipo ciclobutano. Estos -- dímeros distorsionan la forma del D.N.A., e interfieren en el apareamiento normal de bases. Presentándose una inhibición en la síntesis del D.N. A., así como inhibición del crecimiento y respiración celular. Existen otros efectos -- que son producidos por la radiación ultravioleta como son -- la fotohidratación de la citosina y enlaces cruzados de -- bandas complementarias de D.N.A.

MECANISMO DE MUERTE POR LUZ ULTRAVIOLETA

El número de supervivientes observados al probar una -- suspensión celular radiada, al igual que el número de mu -- tantes, varía con la velocidad de reanudación del creci -- miento después de la radiación de la luz ultravioleta -- (fotoreactivación).

Estos efectos se explican por el proceso de repara -- ción obscura reparación luminosa de la lesión al D.N.A. -- Las mutantes bloqueadas en uno de estos procesos muestran -- una sensibilidad manifiesta e infrecuente a la radiación --

ultravioleta.

Estos efectos de la luz ultravioleta sobre el D.N.A., pueden ser en parte indirectos, de aquí que la radiación ultravioleta especialmente de longitud de onda más bajo -- origine la formación de ozono en el aire, de peróxido de hidrógeno en el agua, que contiene oxígeno disuelto y de peróxido orgánico en presencia de oxígeno y de varios compuestos orgánicos; de aquí que, después de una intensa radiación, los medios de cultivo sean tóxicos durante algún tiempo para los subsiguientes inóculos bacterianos.

El cuántum de esterilización de la luz ultravioleta es pequeño: la célula *E. Coli* media ha absorbido una cantidad superior a 10^6 cuántums durante el tiempo que es esterilizada, e incluso los virus más pequeños requieren muchos cuántums, de aquí que la basta mayoría de cuántums absorbidos deben distribuirse bien sin producir una reacción química, o a través de una reacción reversible.

APLICACIONES PRACTICAS

Las radiaciones ultravioleta pueden ser producidas artificialmente por lámparas de vapores de mercurio.

La radiación ultravioleta es efectiva contra bacterias gran positivas y gran negativas, con una dosis que varía de 1800 uw/cm^2 a 6500 uw/cm^2 ; para las esporas se requiere 10 veces más de esta dosis.

Las propiedades bactericidas de la luz ultravioleta se encuentra en discusión ya que no debería de calificarse como agente esterilizante propiamente dicho ya que hay mucha incertidumbre rodeando su uso porque su energía es baja y su poder de penetración es muy pobre por lo que no penetra en sólidos y penetra en los líquidos muy poco; ésta es la razón de que los rayos ultravioleta es en el con-

trol de infecciones producidas por microorganismos suspendidos en el aire.

Por lo tanto es usada para desinfectar vestíbulos, salas de hospitales y quirófanos.

La aplicación de radiación ultravioleta ha producido resultados uniformes en el control de infecciones producidas por microorganismos suspendidos en el aire en lugares públicos, lo cual ha dado como resultado una significativa reducción en la incidencia de infecciones secundarias después de las intervenciones quirúrgicas.

Las lámparas ultravioletas son útiles, en general, en los laboratorios en que se realizan transferencias bacterianas, puesto que con ello se logra disminuir la contaminación entre los cultivos y la infección de los manipuladores. Es importante proteger los ojos con lentes especiales, ya que la excesiva exposición de la cornea a los rayos ultravioleta produce una grave irritación, con un período de latencia de unas doce horas.

La radiación ultravioleta tiene ciertas ventajas teóricas para preparar las vacunas y bacterias muertas, puesto que el genoma es mucho más sensible al daño por radiación ultravioleta que los antígenos superficiales de gran importancia inmunológica. Sin embargo, esta concepción teórica no se ha demostrado particularmente útil. Uno de los principales problemas consiste en la dificultad para evitar los conglomerados, en cuyo centro los organismos virulentos permanecen sin ser expuestos a la radiación, cabe decir también que los extractos hísticos, incluso cuando se hallan considerablemente diluidos forman un medio opaco a la luz ultravioleta.

RADIACIONES IONIZANTES

Las radiaciones ionizantes se clasifican de acuerdo a sus propiedades físicas y caen en dos categorías principales: 1) aquellas que tienen masa que puede estar cargada o descargada y 2) aquellas que sólo son energía. Algunas de las radiaciones ionizantes son producto de decaimiento radiactivo, otros son producidas en una máquina como los rayos X por bombardeo de partículas o por reactores nucleares.

Los rayos cósmicos primarios del espacio exterior que bombardean la tierra y su atmósfera están compuestos de proteínas, partículas alfa y núcleos atómicos pesados, poco de estos rayos, alcanzan la tierra a altitudes del nivel del mar por la capa protectora de la atmósfera.

Las radiaciones ionizantes que son de gran valor práctico para propósitos de esterilización son los rayos X -- electromagnéticos; los rayos gamma y los rayos cátodos particulados (electrones acelerados artificialmente). Estas radiaciones tienen un contenido más alto de energía que la radiación ultravioleta y consecuentemente tiene una capacidad mayor para producir efectos letales.

Los rayos X y los rayos gamma de los elementos químicos radiactivos son radiaciones electromagnéticas de longitud de onda situada entre 0.01 a 10^6 \AA . Entre otras radiaciones ionizantes se incluyen los rayos de electrones de alta velocidad (rayos catódicos y rayos beta emitidos por sustancias radiactivas), protones de alto contenido energético, neutrones u otras partículas producidas por otros instrumentos aceleradores. Estas radiaciones son letales a dosis adecuadas para todas las células incluyendo las bacterias.

Aunque las bacterias se hayan utilizado ampliamente para estudiar las reacciones mutantes y letales de las --

radiaciones ionizantes, tales radiaciones no son de gran utilidad práctica en microbiología. Pueden usarse grandes cantidades de radiación para esterilizar los alimentos y materiales hospitalario, sin que se produzca un gran aumento de temperatura, sin embargo, con los alimentos han de utilizarse grandes dosis de radiación (millones de rads). con lo cual se producen desagradables efectos en el sabor de los mismos.

Los valores de cuántums de energía de las radiaciones ionizantes son de varios cientos de miles de veces tan grande, como los de la luz ultravioleta y su modo de acción es completamente distinto, un cuántum ionizantes se absorbe no sólo por medio de una molécula de configuración adecuada, sino también, por un átomo, el cual es forzado a expeler un electrón con una gran carga energética o sea se ioniza, por su parte este electrón ioniza a cada uno de los cientos de átomos de todo tipo que se encuentra a su paso, sin consideración de las estructuras químicas en que se hallen localizados estos átomos. Las moléculas que contienen los átomos ionizados sufren entonces alteraciones químicas, que implican la ruptura de viejos puentes y uniones, con la formación de otros nuevos. Los resultados finales consisten en la producción de alteraciones químicas más variadas que las obtenidas mediante radiaciones ultravioleta; además, la energía implicada en estos procesos es tan grande que un solo cuántum altera muchas moléculas; de aquí que puedan inactivar un mayor número de bacterias.

Puesto que el cuántum ionizante actúa sobre todos los átomos que se hallan a su paso, resulta que la mayor parte de su absorción es debida al constituyente principal del material biológico: el agua.

El efecto perjudicial de los productos radiolíticos del agua sobre las moléculas esenciales de la célula constitu -

yen un modo indirecto de acción de la radiación, no obstante, en los materiales secos la acción es predominantemente directa y actúa sobre las moléculas de la célula bacteriana.

En estas circunstancias, la cinética de la acción letal de las radiaciones ionizantes sobre las células y virus pueden comprenderse bastante bien basándose en la teoría de la diana, la cual postula que pueden matarse una célula o inactivarse una molécula enzimática siempre que una cadena ionizante pase a través de cualquier zona de su volumen sensible. La teoría de la diana predice que la sensibilidad relativa de los virus, bacterias y células de los organismos más superiores seguirán el orden inverso de su volumen de genoma o D. N. A., los experimentos realizados han confirmado esta predicción, el mayor problema de este método es que cambia la estructura química del material que se puso a este, realizar y que estos cambios no son predicibles.

ULTRASONIDO

Las vibraciones de sonido en una frecuencia alta en la clasificación alta audible y ultrasónica (20 a 100 Kc) proveen una técnica muy usual para romper células especialmente para la extracción de enzimas. Los generadores de ondas de sonido que son empleados generalmente para la ruptura de las células, operan en una clasificación de frecuencia de 9 a 100 Kc por segundo.

Las ondas sónicas, que son vibraciones mecánicas longitudinales, ejercen efectos bastante distantes de las vibraciones electromagnéticas transversales de la luz, en los límites supersónicos (ultrasonido), con una frecuencia de 15 000 o más Kc, estas vibraciones desnaturalizan las proteínas, deshacen una gran variedad de sustancias, destruyen las bacterias y esterilizan. Las ondas sónicas audibles de intensidad suficiente, son también bactericidas, es-

te efecto no posee un valor práctico como medio de esterilización pero es útil para romper las células y extraer -- las enzimas y antígenos.

El paso del sonido a través de un líquido produce cambios de presión alterna, los cuales si la intensidad de sonido es suficientemente grande que causa formación de cavidades en el líquido, éstas que son aproximadamente de 10 micras de diámetro crecen en tamaño hasta que se desploman violentamente con la producción de velocidades locales altas y presiones del orden de 100 atmósferas, durante este estado de desplome violento, la célula se desintegra. La cavitación produce un número de cambios físicos y químicos en el medio sustituida para ciertas enzimas. Entre las más importantes de éstas se encuentran la formación de peróxido de hidrógeno, cuando la cavitación se lleva a cabo en líquido que contiene oxígeno diluido, las vibraciones ultrasónicas también han demostrado que causan una despolimeración de macromoléculas y reagrupación intramolecular.

Los microorganismos varían marcadamente en su sensibilidad a vibraciones sónicas y ultrasónicas, los más susceptibles son los bastones gram negativos y entre los más resistentes se encuentran los estafilococos que requieren períodos largos de exposición, aunque las vibraciones sónicas son letales para muchos miembros de la población bacteriana expuesta, hay muchos sobrevivientes; consecuentemente el tratamiento con vibraciones sónicas no tienen un uso realmente práctico en la esterilización, además de que este método sólo se puede usar con medios líquidos.

C A P I T U L O I I I

DESINFECTANTES

Un desinfectante es un agente químico germicida capaz de destruir la infecciosidad potencial de un material, lo cual no implica necesariamente la eliminación de todos los microorganismos viables.

Los desinfectantes son letales para todo tipo de células; debido a su inespecificidad, no es sorprendente que las bacterias desarrollen muy poca resistencia a todos estos agentes; al contrario de lo que sucede con los agentes quimioterápicos que actúan en forma más selectiva.

No obstante, es muy arbitrario clasificar una sustancia como desinfectante, puesto que una gran cantidad de compuestos ejercen una acción inhibitoria del crecimiento bacteriano cuando se hallan a una concentración suficientemente alta. Además, el hecho de que una sustancia sea nutritiva o tóxica para las bacterias es con frecuencia un factor resultante de la concentración, de aquí que el oxígeno, algunas sales, ácidos grasos, algunos aminoácidos y el glicerol a concentraciones lo suficientemente altas pueden ser bacteriostáticos o incluso activamente bactericidas en relación con las bacterias que los utilizan e incluso que necesitan de ellos para el crecimiento.

Por el contrario, la mayor parte de los agentes quimioterápicos bactericidas desinfectantes, actúan directamente sobre las estructuras celulares y de aquí que no requieran actividad metabólica específica por parte de los microorganismos. Pueden distinguirse dos mecanismos principales: disolución de los lípidos y alteraciones irreversibles de las proteínas mediante desnaturalizadores, oxidantes, agentes quelantes y reactivos sulfhídricos.

El grado de muerte por medio de los desinfectantes aumenta con la concentración del compuesto y con la temperatura, al igual que sucede con las reacciones químicas en general. Los antibacterianos capaces de ionizarse, como los ácidos fenoles, algunos colorantes y ácidos orgánicos de cadena corta, son más activos cuando se incrementa la acidez de la solución, en tanto que lo opuesto a lo anteriormente dicho es válido para los reactivos catiónicos, este efecto del ph posee al menos dos fuentes: una mayor penetración de los compuestos disociables en su forma no ionizada y una ionización aumentada de los constituyentes celulares.

PROBLEMAS QUE SE PLANTEAN EN LA EVALUACION DE LOS DESINFECTANTES.

Algunos agentes como los mercuriales y detergentes pueden adherirse a las bacterias y ejercer por lo tanto, una acción bacteriostática en las muestras subinoculadas que limitan la acción bactericida, para probar estos materiales respecto a su acción bactericida, es importante incluir un compuesto neutralizantes en el medio regulador.

Además, la efectividad de una técnica desinfectante depende con frecuencia de la "limpieza" del material, tanto los gases como los líquidos orgánicos pueden no alcanzar a las bacterias que se hallan en los vidrios depositados para la deshidratación de una solución acuosa; de aquí que las superficies porosas (fibras) que captan la solución deshidratante sean más fáciles de esterilizar que las superficies de metal o de vidrio, además la presencia de gran cantidad de sustancias orgánicas como cultivo de deshecho, neutralizan rápidamente la acción de muchos tipos de agentes. Los reactivos químicos tales como oxidantes

son químicamente alterados y muchos compuestos son absorbidos, especialmente por la albúmina sérica en las muestras que contienen sangre.

Como hemos dicho, la muerte por calor es exponencial, por lo cual la sensibilidad de un organismo puede ser expresada con mayor precisión a lo largo del ascenso de la curva logarítmica para la muerte bacteriana, como una función del tiempo, más bien como un resultado final que relaciona el tiempo y la temperatura, en que se ha obtenido una esterilización total. Esta misma consideración se aplica a ciertos desinfectantes que muestran así mismo una cinética exponencial, no obstante, las curvas para la desinfección química son con frecuencia, imperfectamente exponenciales en relación con los miembros fisiológicamente más resistentes de la población, que sobrevive más tiempo que el esperado, considerando la extrapolación, de aquí que el resultado final de una esterilización completa siga teniendo valor práctico.

HALOGENOS

El cloro y el yodo están entre los desinfectantes más útiles, para ciertos propósitos, el yodo como desinfectante de la piel y el cloro como desinfectante del agua son incomparables. Son únicos entre los desinfectantes porque su actividad es casi exclusivamente bactericida y por ser efectivos contra microorganismos.

El yodo existe principalmente en la forma I_2 a un valor ph bajo 6 donde su acción bactericida máxima se manifiesta. La escala de muerte disminuye conforme el ph es

aumentado sobre 7.5. El ion de yodo I⁻ formado como resultado de hidrólisis de yodo en soluciones acuosas no tiene efectos bactericidas importantes, el ion triyodo I₃ también presente en soluciones acuosas tiene actividad mínima. La tintura de yodo solución de 2 a 7 % de I₂ en alcohol acuoso que contiene KI es uno de los agentes bactericidas más rápidos. Se trata de un antiséptico cutáneo muy seguro y también se emplea para las heridas menores, pero es doloroso y posee un efecto destructivo para los tejidos expuestos, por lo cual se ha descartado su uso en el tratamiento de heridas extensas. El yodo se combina en forma irreversible con las proteínas y es un oxidante probablemente superior que cualquier otro agente.

Mezclas de yodo con varios agentes activos de la superficie que actúan como acarreadores para el yodo son conocidos como yodoformos, se han utilizado ampliamente para la esterilización del quipo de la industria de lacteos.

El cloro fue el antiséptico introducido por O.W. Holmes en Boston en 1835 y por Semmelweis en Viena en 1847 para prevenir la transmisión de la sepsia puerperal por medio de las manos del médico.

El cloro se combina con el agua para formar ácido hipocloroso (HOCL) que es un gran oxidante.



Las soluciones de hipoclorito (200 ppm Cl₂) se usan ampliamente para sanitizar las superficies en la industria quesera y de alimentos, así como en los restaurantes; el gas Cl₂ añadido a 1-3 ppm se emplea mucho para desinfectar el agua y las piscinas. Si bien el cloro es un desinfectante seguro y actúa rápidamente en los materiales limpios, su utilidad no es tan satisfactoria con las sustancias ri -

cas en materia orgánica, puesto que es rápidamente destruido por reaccionar con muchos compuestos; la demanda de cloro por parte de una determinada cantidad de agua, aumenta su contenido en sustancias orgánicas y debe titularse la clorinación para determinar el nivel de Cl_2 libre. Esta reactividad del hipoclorito es una cualidad no apreciable en el saneamiento de los utensilios para la alimentación, los restos de cloro se destruyen rápidamente en el subsiguiente contacto con el elemento y no se desprende mal olor, ni se altera el sabor.

El hipoclorito se usó ampliamente durante la primera guerra mundial para irrigar las heridas, si bien más tarde se substituyó en gran parte por las cloraminas que es un compuesto orgánico con un átomo de Cl lábil unido a N , el cual desprende cloro libre en la solución y es menos irritante para los tejidos. Estos compuestos son hoy substituidos por los agentes quimioterápicos en la profilaxis y el tratamiento de infecciones en heridas, pero se usan aún cápsulas de compuestos de cloramina para obtener una mayor seguridad en el agua potable.

Entre otros agentes oxidantes están el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en una solución al 3% se usaba antes como antiséptico. Cuando el peróxido de hidrógeno se aplica a los tejidos, el oxígeno es rápidamente liberado por el tejido y la acción germicida se corta.

El permanganato potásico ($KMnO_4$) es de gran valor como antiséptico uretral a concentraciones de alrededor de 1/1000.

El ácido peracético ($CH_3CO-O-OH$) es un agente intensamente oxidante y se usa en forma de vapor para la esterilización de las cámaras con animales que han de permanecer libres de gérmenes; su segura desinfección compensa -

el inconveniente de su toxicidad para los animales.

Estos compuestos así como los halógenos, actúan probablemente mediante oxidación del SH y de los grupos S-S de las enzimas y de los compuestos de la membrana.

METALES PESADOS

Los distintos iones metálicos pueden alinearse según su actividad antibacteriana; el mercurio y la plata se hallan a la cabeza de la lista y son eficaces a concentraciones inferiores a una parte por millón (ppm). Sin embargo, esta potencia no refleja ningún efecto notable de los comparativamente pocos que se hallan en la célula, pues se ha demostrado que las células captan cantidades relativamente grandes de estos iones en soluciones muy diluidas. De aquí que las bacterias, tripanosomas o levaduras muertas por la plata contengan de 10^5 a 10^7 de iones de plata por célula. Debido a esta relación, cabe decir que la concentración necesaria para provocar la muerte, está íntimamente relacionada con el tamaño del inóculo.

Como hemos dicho la acción antibacteriana inicial del mercurio puede ser rápidamente invertida mediante los compuestos sulfhidrilos cuya afinidad por el mercurio les ha valido el nombre de mercaptanos. Esta reversibilidad se comprende fácilmente, puesto que la inactivación de varias enzimas en la solución mediante combinaciones de sus grupos sulfhidrilos con el mercurio, depende probablemente de la combinación de los grupos sulfhidrilos de las proteínas en el interior de la célula.

El cloruro mercurico que fue muy popular como desinfectante, está ahora en desuso, no obstante, varios compuestos orgánicos mercuriales como el mertiolate, mercurocromo, metafén en los que una valencia del mercurio se ha

lla combinada en forma covalente, se usan como antisépticos relativamente no irritantes y como preservadores de sueros y vacunas.

La plata se ha usado durante mucho tiempo como anti séptico suave en la forma de proteinato como el argyrol, el cual desprende lentamente iones de plata; la plata en forma coloidal es también un potente agente bactericida de mecanismo desconocido. Antes de que se dispusiera de penicilina, se utilizaba tópicamente el nitrato de plata para la profilaxis de la oftalmítis gonocócica neonetal y todavía aquí en México es por ley su aplicación a todos los recién nacidos. Se han usado compuestos orgánicos de arsénico, bismuto y antimonio en la quimioterapia de la sífilis y de ciertas enfermedades protozoarias. Las sales de cobre tienen una gran importancia como fungicidas en la agricultura, pero no en medicina.

ALCOHOLES

Los alcoholes alifáticos especialmente el etanol, han sido utilizados ampliamente como desinfectantes de la piel por su acción bactericida y habilidad para remover lípidos de superficies. Esta acción de los alcoholes como desinfectantes, es severamente restringida por su habilidad de matar esporas a temperaturas normales y por esta razón no se les debe de confiar la esterilización de instrumentos.

La acción desinfectante de los alcoholes alifáticos aumenta con cadenas de longitud superior a los 8-10 átomos de carbono, por encima de los cuales desciende sensiblemente la hidrosolubilidad. Si bien el etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) se ha usado ampliamente, el isopropil alcohol ($\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$), posee la ventaja de no ser volátil, algo más potente y no se ha sujeto a las restricciones legales de las bebidas alcohólicas.

La acción desinfectante de los alcoholes, al igual que su efecto desnaturante de las proteínas, implica la participación del agua. El etanol es eficaz sobre todo en una solución del 50 al 70 % es poco desinfectante, ya que no necesita penetrar a la célula y con esta concentración no se logra. Se ha descrito que las esporas del Antraz han sobrevivido a estas diluciones hasta 50 días; su acción bactericida es despreciable a concentraciones inferiores del 10 al 20 %. Algunos desinfectantes orgánicos, tales como el formaldehído o el fenol son menos eficaces en alcohol que en agua, debido a la baja afinidad de los desinfectantes para las bacterias en relación con el solvente.

Por otra parte, el alcohol elimina las capas lipídicas que pueden proteger la piel de los organismos de otro desinfectante. El alcohol actúa con la suficiente rapidez como para dar seguridad a la desinfección cutánea que se utiliza en la cirugía, si bien se usa ampliamente en la preparación de las inyecciones cutáneas, en las cuales el trauma hístico es tan pequeño, que los escasos organismos contaminantes son eliminados rápidamente por las defensas del organismo. Los alcoholes son también satisfactorios para la desinfección prolongada como los termómetros, aunque el virus de la hepatitis es altamente resistente.

Los solventes orgánicos, tales como el éter, benzol, acetona o cloroformo, matan también las bacterias, pero son mucho menos seguros como desinfectantes rápidos. No obstante la adición de unas cuantas gotas de tolueno o cloroformo para saturar las soluciones acuosas, previene el crecimiento de los hongos o las bacterias. El glicerol, alcohol polihídrico es un bacteriostático a concentraciones superiores al 50%; esta sustancia se usa a tales concentraciones como preservador de las vacunas y otros compuestos biológicos.

cos, puesto que no es irritante para los tejidos.

FENOLES

El fenol (C_6H_5OH) es un eficaz desnaturalizador de proteínas, propiedad ampliamente usada en la purificación de los ácidos nucleicos y ejercen un efecto sobre los lípidos. En ambos mecanismos parece ser su acción bactericida, depende, al igual que los detergentes, de su acción sobre la membrana y la lisis celular, puesto que la muerte de las bacterias se acompaña de la liberación del material citoplasmático en el medio ambiente. La actividad antibacteriana del fenol viene aumentada por el halógeno o por los sustitutos alquilantes en el anillo benzoico, los cuales aumentan la polaridad del grupo OH fenólico y disminuyen la hidrosolubilidad. En este proceso, una terminación de la molécula se convierte en altamente hidrofílica y la otra, en hidrofóbica por lo cual la molécula se convierte como un todo en una sustancia que actúa cada vez más sobre la superficie, con la cual la potencia antibacteriana puede incrementarse varios cientos de veces.

La actividad de estos fenoles sustituidos, puede incrementarse mediante mezclas con jabones, los que incrementan su solubilidad y promueve la penetración, De aquí, que ejerzan una acción sinérgica, no obstante, si la proporción de jabón es muy alta, disminuye la actividad, probablemente debido a que la alta solubilidad de las moléculas desinfectantes en la micela de jabón disminuye su absorción en las bacterias por razones similares, los fenoles son a veces menos eficaces en los solventes orgánicos, que en el agua.

En tanto que los sustituyentes de cadena corta sobre los fenoles aumenta su potencia en más o menos extensión para una variedad de microorganismos, su actividad se hace máxima con las bacterias gram negativas y entonces desciende -

rápida^{mente} con cadena de longitud creciente que muestra una actividad aumentada contra otros microorganismos, este efecto sugiere que las capas más externas de las paredes de las bacterias gram negativas, las cuales, según parece excluyen a varios compuestos químicos y enzimas, tienden también a excluir globalmente los fenoles sustituidos o sus micelas. Con sustituyentes que tengan todavía una cadena de longitud mayor, disminuye la acción contra las bacterias, debido probablemente a su baja solubilidad.

Una mezcla de tricresol (mezcla de ortho, meta y para - metilfenol) y jabón es probablemente el desinfectante de mayor difusión, su acción no se deteriora por la presencia de sustancias orgánicas, ya que debe usarse a concentraciones relativamente altas y no es destruida o unidas moléculas orgánicas.

Los aceites principales de las plantas se han usado desde la antigüedad como preservadores y antisépticos, de estas sustancias, se ha aislado una gran variedad de compuestos fenólicos, un ejemplo de ello es el timol (5-metil-2-isopropil fenol), que, con uno o dos cristales que satura la solución, preserva la orina, elementos enzimáticos, otro ejemplo es el eugenol (4-alil-2metoxifenol), que tiene propiedades anti -- sépticas.

Los bis-fenoles halogenados, tales como el hexaclorofenon bacteriostáticos a diluciones muy altas y aparecen ser los menos activos por los jabones u otros detergentes aniónicos y no aniónicos que son fenoles ordinarios. Este compuesto tampoco es muy volátil y carece del desagradable olor de los fenoles. El hexaclorofeno se usa ampliamente como anti séptico cutáneo en especial mezclado con detergentes (pHisoH ex). También se usa en los jabones desodorantes para inhibir la descomposición bactericida del sudor, la acción bactericida de este grupo puede ser fácilmente sobre estimada, a veces

debido a que su persistente acción bacteriostática no se neutraliza con rapidez.

El hexilresorcinol (4-hexil-1,3-dihidroxibenzeno) se usa como antiséptico cutáneo, uno de los grupos hidroxilos puede ser esterificado o alquilado con poco efecto, pero la actividad desaparece si ambos son sustituidos. Los ésteres alquílicos del p-hidroxibenzoato se usan como preservadores de alimentos y sustancias farmacéuticas, un fenol-éster sustituido de este tipo actúa sobre las bacterias al igual que un fenol alquilo sustituido, pero su rápida hidrólisis en el intestino producen p-hidroxibenzoato libre, el cual, a diferencia de la mayor parte de los fenoles, no es tóxico para la mayoría de los mamíferos o bacterias, ni siquiera a altas concentraciones. El ácido benzoico, se usa ampliamente como un preservador no tóxico de alimentos, pero es útil solo en los alimentos ácidos donde estarían a una concentración apreciable de ácido no disociado; este compuesto se asemeja en cierta manera al fenol en su estructura y puede ejercer una acción similar.

El fenol se ha considerado como el desinfectante normalizado desde que Lister empezó a esparcir este compuesto en las salas de operaciones quirúrgicas, aunque sea necesario utilizarlo a una concentración más alta que cualquier otro compuesto; al 0.9 % esteriliza una suspensión de *Salmonella typhosa* en las condiciones normales, en 10 minutos y es necesaria una concentración del 5% que es la que se usa habitualmente para conseguir cierto margen de seguridad.

El coeficiente fenólico de un compuesto es la proporción existente entre la concentración esterilizante mínima del fenol en condiciones normales y la del compuesto.

El coeficiente fenólico proporciona un índice útil para comparar distintos derivados del fenol, los cuales muestran una cinética y un modo de acción similar; este coeficiente

es menos satisfactorio para otros agentes, los cuales pueden diferir en sus curvas de acción-concentración y en su susceptibilidad a la neutralización del medio ambiente.

DETERGENTES

Son agentes activos sobre cualquier superficie; la industria química ha desarrollado en estos últimos años una variedad de compuestos los que se denominan en general detergentes sintéticos, aunque a veces algunas de sus propiedades como humedificante, emulsinante, espumosa son más destacadas que su acción detergente (limpiadora). Estos compuestos que actúan sobre la superficie se acumulan sobre una capa orientada de interfase acuosa, puesto que contiene una porción -- hidrofóbica (que tiende a permanecer en contacto con el agua). La porción hidrofílica de la molécula es predominantemente -- hidrocarbonada; la porción hidrofílica puede muy bien ser un grupo ionizable o no ionizable, pero con una estructura altamente polar o sea un alcohol polihídrico, tal como el sorbitol.

Los compuestos aniónicos tienen generalmente como porción hidrofílica un sulfato (RSO_4H) o un grupo sulfonato -- RSO_3H) como el Duponol, en tanto que los compuestos cationicos tienen una amina sustituida o un grupo nitrogenado heterocíclico como piridina. Cuando el nitrógeno posee de uno a tres sustituyentes orgánicos, se ionizará solo en una solución ácida, en tanto que los compuestos de amonio cuaternario (R_4H^+) se ionizan a cualquier ph.

Los detergentes no iónicos no se caracterizan por su -- capacidad inhibidora frente a las bacterias, e incluso algunos de ellos son buenas sustancias nutritivas para las mismas. Los detergentes aniónicos sintéticos, al igual que muchos jabones, sales de ácidos grasos de cadena larga, son al

go bactericidas ante los gram positivos, pero mucho menos en relación con las bacterias gram negativas; de aquí que son desinfectantes muy seguros.

Por el contrario, los detergentes cationicos, son activos contra todo tipo de bacterias, quizás debido a que a diferencia de los detergentes anionicos, no son repelidos por las cargas negativas de la superficie bacteriana.

Los tipos más eficaces son los compuestos cuaternarios que contienen tres grupos alquílicos de cadena corta, así como un grupo alquílico de cadena larga como el cloruro de benzalconio. Estos compuestos son ampliamente usados en la antiseptia cutánea y en el saneamiento de utensilios utilizados para la alimentación. Su acción detergente se basa en la propiedad de disolver las capas lipídicas que pueden proteger a las bacterias y tienen también la ventaja de que dejan sobre los materiales desinfectados una intensa capa superficial bactericida.

En el mercado existe una gran variedad de germicidas cationicos, si bien las diferencias entre ellos no parece ser fundamental, en ausencia de absorción de macromoléculas o lípidos, estos germicidas pueden ser rápidamente bactericidas a concentraciones tan bajas como de una parte por millón (ppm), al contrario de muchos otros desinfectantes, no tiene una acción tóxica para el hombre. Su actividad es neutralizada por los jabones y fosfolípidos, puesto que los agentes que actúan sobre la superficie y que son cargados en forma opuesta, precipitan unos con otros.

Las series homólogas de detergentes muestran un incremento en relación con el aumento de la longitud de la cadena, en su potencial bactericida, así como en una depresión de la tensión superficial; pero ambos efectos disminuyen con elementos de cadena larga: por encima de 8 a 10 átomos de --

carbono para los alcoholes y fenoles sustituidos, o de 12 a 18 para los detergentes ionicos más solubles.

El tamaño creciente de la porción hidrofóbica de la molécula tiende a conducirla fuera de la solución acuosa, -- bien, para formar una capa orientada en la interfase agua - aire (efecto de la tensión superficial), bien para ser absorbidas sobre una superficie bacteriana requisito previo para la acción bactericida, sin embargo, estos efectos de -- crecen ante cadenas excesivamente largas, debido a la poca solubilidad del compuesto en el agua. Esta relativa solubilidad se refleja en una creciente tendencia a agregarse en grandes micelas, en las cuales las regiones hidrofílicas miran hacia fuera y las regiones hidrofóbicas hacia dentro.

El mecanismo de acción consiste en disolver los lípidos y desnaturalizar las proteínas en la solución.

Las mismas diluciones que esterilizan las bacterias -- causan su lisis, por la extracción de metabolitos de la célula, en tanto que la esterilización mediante otros agentes (iones metálicos, cloro, formaldehído) no causan extracción. Por tanto, parece que los detergentes esterilizan mediante rotura de la membrana celular, probablemente a través de su combinación con los lípidos de la misma.

Este mecanismo explica el motivo por el cual los detergentes son menos activos contra los virus que carecen de una membrana lipoproteica, que ante aquellos que poseen este tipo de membrana.

C A P I T U L O I V

ESTERILIZACION Y DESINFECCION EN EL CONSULTORIO DENTAL

La sala de espera la podríamos esterilizar por medio de luz ultravioleta encendida durante la noche, aunque es un poco utópico esto ya que al abrir la puerta de la sala de espera se volvería a contaminar, pero esta técnica -- contribuiría disminuir la contaminación.

La sanitización del consultorio dental puede hacerse por medio de aerosol de agua para que ésta baje todos los microorganismos suspendidos en el aire y posteriormente -- se limpia con un desinfectante el piso.

Para los artículos como el cabezal, brazos del sillón, charola y gabinetes deben limpiarse periódicamente con un desinfectante (yodóforo) durante el día. El cabezal debe cubrirse con bolsas de plástico limpias y la charola con hojas de papel antes del arribo de cada paciente.

INSTRUMENTAL

Para los instrumentos como forceps, pinzas, espejos-exploradores, excavadores, jeringas y porta agujas utilizamos el autoclave a 121°C a 15 libras de presión durante 15 minutos, el agua hirviendo por un mínimo de 10 minutos basta para destruir a los no esporularios. Para tener la seguridad de inactivar el virus de la hepatitis el período debe prolongarse hasta 30 minutos.

Las fresas pueden esterilizarse con calor seco en autoclave o en agua hirviendo durante 30 minutos. La adición de "líquido A.C. 10" (tomado del estudio realizado por la escuela naval de E.U.) evita la corrosión, o bien con ultrasonido.

El hidrocloreuro de procaína puede esterilizarse en --

autoclave por lo menos una vez sin sufrir daño, los cartuchos pueden conservarse sumergidos en cloruro de benzalconio 1:1000. Antes de perforar la punta de caucho con la aguja, puede sumergirse en alcohol y prenderle fuego.

Las membranas mucosas pueden desinfectarse aislando el sitio de la inyección con gasa, impidiendo así el acceso de saliva y frotándolo con yodo en solución acuosa al 2 por 100, antes de insertar la aguja se deja pasar 30 segundos.

Las piedras montadas pueden desinfectarse, colocán - dolas en cloruro de benzalconio 1:1000 o un yodóforo por 30 minutos ya que el calor puede afectar el material ce -- mentante de sus componentes.

Los portaimpresiones pueden esterilizarse en autoclave o sumergiéndolos en agua hirviendo por 30 minutos.

Las impresiones, mordidas y modelos, deben colocarse en cloruro de benzalconio durante 30 minutos, o rociarse con un yodóforo, en forma de aerosol antes de mandárselas al técnico dental.

El portavaso lo podemos esterilizar en autoclave. -- La remoción de microorganismo del agua que utilizamos en la pieza de mano y la que utiliza el paciente para enjuagarse la vamos hacer por medio de filtros. Es recomendable utilizar eyectores de saliva del tipo desechable.

La esterilización en autoclave es preferible para los instrumentos utilizados en los conductos radiculares, sin embargo utilizados en los conductos radiculares, sin embargo, las limas y los ensanchadores utilizados en los conductos radiculares se contaminan rápidamente, por lo que pueden volverse a esterilizar colocándolos en el esterilizador de Flaherty de metal fundido por 10 segundos a una

temperatura de 220°C o bien en un esterilizador de cuentas de vidrio o cristales de sal.

Se han aislado microorganismos propios de la flora bucal normal en el uso y mecanismo interno de piezas de mano rectas y contraángulos. Aunque la mayor parte de estos microorganismos son habitantes de todas las bocas, existe el peligro de que un paciente sea portador de microorganismos patógenos sin mostrar síntomas de enfermedad. Un estudio realizado acerca de la esterilización y desinfección de las piezas de mano reveló lo siguiente.

DESINFECCION DE LA PIEZA DE MANO

La eficacia de los desinfectantes para eliminar microorganismos de las piezas de mano depende de la accesibilidad del producto químico al mecanismo interno y del tiempo de exposición; sin embargo, no se destruyen los esporularios, las formas vegetativas adheridas a las partes externas se destruyen en 10 minutos si es que no están protegidas por saliva y sangre. La posibilidad de desinfectar las partes internas de la pieza de mano es dudosa, por ese motivo es preferible la esterilización mediante autoclave.

AUTOCLAVE

La autoclave fue el método de elección, una vez usadas las piezas de mano, se limpiaban con una solución para eliminar las partículas sueltas y luego se sumergían en aceite, éste las lubricaba y dejaba una película sobre las mismas; enseguida se colocan en el autoclave a 15 libras (1.05 Kg./Cm²) a 121°C durante 20 minutos. Una vez esterilizadas las piezas de mano se vuelven a sumergir dentro de la solución limpiadora y el aceite, luego se guardan en un sobre estéril listas para usarse. Estas piezas de mano se esterilizan 40 veces y en algunos casos hasta 115 --

veces durante un período de uso de seis meses en el consultorio dental, no apreciándose pérdida de eficiencia en estos instrumentos.

OXIDO DE ETILENO

Un segundo método de esterilización fue la exposición de las piezas de mano el gas óxido de etileno, una de las desventajas de este método, es que requiere un tiempo de exposición de seis horas para destruir a los microorganismos vegetativos y de 16 horas para los esporuladores en un esterilizador herméticamente cerrado. Si se tienen suficientes piezas de mano pueden ser limpiadas durante el día y expuestas durante la noche al óxido de etileno.

ESTERILIZADOR POR ACEITE

La pieza de mano se limpia quitando la saliva y después se sumerge en aceite mineral calentándolo en un esterilizador hasta 175°C por un mínimo de 10 minutos en la solución. Tal procedimiento destruye las esporas. Al retirar la pieza de mano debe colocarse en posición vertical para que el aceite escurra; a continuación se limpia, se conecta a la máquina y se hace funcionar durante un minuto para eliminar el excedente de aceite.

ESTERILIZADOR DE PIEZAS DE MANO HARVEY

El esterilizador de piezas de mano Harvey puede instalarse sobre la unidad dental.

Una vez que se haya limpiado de sangre y saliva la pieza de mano, ésta se sumerge en una solución química (Vapor-Steril) que contiene además de 5 por 100 de agua destilada, formalina, acetona, metil etilacetona, alcohol etílico, alcohol butílico terciario, alcohol isopropílico y una solución para enmascarar el olor.

El esterilizador se calienta electrónicamente hasta una temperatura de 132°C esta temperatura es suficiente para causar la esterilidad de esporularios tales como *Bacillus subtilis* y *B. Stearothermophilus* así como de los virus de la poliomielitis, influenza y coriomeningitis-linfocítica.

AGUA EN EBULLICION

Una vez que se haya limpiado de saliva y sangre la pieza de mano se puede colocar en agua a punto de ebullición durante 30 minutos, al retirarla debe secarse y lubricarse. También debe añadirse una tableta antioxidante al agua para evitar la corrosión como el "líquido A.C. 10. Ninguno de los líquidos destruye esporularios.

El aerosol producido por la pieza de mano contiene partículas de diente, saliva y agua que se van a proyectar de la boca del paciente hacia la atmósfera circundante, este aerosol es visible y puede salpicar las gafas del dentista así como su cara y ropa; parte de este aerosol es inhalado por el dentista.

Si colocamos placas de agar sangre a una distancia de 20 a 30 centímetros de la boca del paciente durante el fresado y posteriormente se coloca en una incubadora; al día siguiente se encontrarán numerosas colonias sobre la superficie del medio del cultivo. Afortunadamente la mayor parte de estos microorganismos son habitantes comunes de la cavidad bucal y existen pocas probabilidades de que sean productores de enfermedades, -- sin embargo, potencialmente existe un grave peligro de infección cruzada, un paciente sin síntomas de enfermedad puede ser portador de estreptococos beta hemolítico o un caso ambulatorio sin diagnosticar de tuberculosis y aún de algún virus.

¿Cómo entonces puede protegerse el dentista?. En estos momentos, solo se puede recomendar lo siguiente:

1) Que antes de iniciar los procedimientos operativos el dentista se enjuague la boca vigorosamente con algunas sustancias apropiadas.

2) Que use gafas (las lentes pueden ser de cristal simple) y una mascarilla desechable, aunque ésta última no filtra todos los microorganismos, pero si disminuye el número que se inhala e impide que penetre a la nariz y pulmones partículas de diente.

C O N C L U S I O N E S

El objeto de este trabajo fue el de recopilar una serie de técnicas y métodos de esterilización y desinfección que podemos usar en el consultorio dental con el fin de evitar hasta donde sea posible que éste sea un medio para la transmisión de enfermedades contagiosas; sin embargo, hemos podido apreciar que la esterilización y desinfección no es solamente exponer los materiales a tiempos arbitrarios de esterilización y desinfección como lo hacemos normalmente, si no que debemos de tomar en cuenta los tipos de microorganismos con los que estamos tratando y sus curvas de esterilización y desinfección lo cual vuelve estos procedimientos bastante complicados por lo que aconsejamos que si no tenemos los conocimientos adecuados de estas técnicas, utilicemos en el consultorio dental instrumentos desechables, como espejos, pinzas de curación agujas, jeringas, eyectores, exploradores ya que éstos nos brindan un adecuado margen de seguridad, porque este material viene esterilizado de fábrica, sin embargo, existe material que no es desechable y el cirujano dentista deberá tener los conocimientos necesarios de microbiología para que pueda llevar una desinfección y esterilización correcta en su consultorio, por lo tanto espero que este trabajo sirva de orientación y despierte inquietud entre los cirujanos dentistas y los compañeros de años anteriores para que se informen más sobre este tema.

B I B L I O G R A F I A

Microbiología de Zinsser.

Smith, David T.

• México, Uthea. 1971

Tratado de Microbiología

Davis Bernard D

Barcelona, Salvat. 1970

Tratado de Microbiología.

Willia M Burrows.

México, Interamericana. 1974

Microbiología.

Davis. Dulbecco, Etall

Second edition, Harper and Row publishers

Maryland U. S. A. 1973

Wolfgang K. Joklik et. all Zinsser Microbiology

15 th edition, Appleton-Century-Crofts,,

Educational Division,

New York. 1972

Microbiología Odontológica

Nolte William A.

México, Interamericana. 1971