



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**EVALUACION DE LA EFICACIA DEL
DESINFECTANTE ACIDO HIPOCLOROSO EN
CEPAS ATCC Y LA EFECTIVIDAD EN CEPAS DE
ORIGEN HOSPITALARIO EN UNA UNIDAD DE
TERCER NIVEL**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN:
PATOLOGÍA CLÍNICA**

P R E S E N T A :

WENDOLINE TORRES CUBILLAS



**DIRECTOR DE TESIS:
DRA. MARÍA DEL CARMEN SILVA
ESCAMILLA
COORDINADORA DE EPIDEMIOLOGÍA
CLÍNICA DEL HOSPITAL DE INFECTOLOGÍA
U.M.A.E "LA RAZA"**

CIUDAD DE MÉXICO, NOVIEMBRE 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

INVESTIGADORES ASOCIADOS

Dra. María del Carmen Silva Escamilla

Medico Epidemiólogo adscrita al Área de Epidemiología Clínica

Del Hospital de Infectología U.M.A.E. La Raza

Q.F.B. Eva Aurora Hernández Sánchez

Químico Jefe de Sección de Bacteriología Sanitaria

Del Hospital de Infectología U.M.A.E. La Raza

Q.F.B. Eduardo Esparza Pacheco

Químico clínico adscrito al laboratorio de Bacteriología Sanitaria

Del Hospital de Infectología U.M.A.E. La Raza

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
CENTRO MÉDICO NACIONAL “LA RAZA”
HOSPITAL GENERAL “DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA”
HOJA DE FIRMAS

Dra. Maria Teresa Ramos Cervantes
Directora de Educación e Investigación en Salud
Del H.G. “Dr. Gaudencio González Garza” U.M.A.E. La Raza.

JEFATURA DE ENSEÑANZA DE INFECTOLOGIA

Dra. Rita Concepción Gutiérrez Hernández
Profesor adjunto del Curso de Especialización
En Patología Clínica Del H.G. “Dr. Gaudencio González Garza”
U.M.A.E. La Raza

Dra. María del Carmen Silva Escamilla
Medico Epidemiólogo adscrita al Área de Epidemiología Clínica
Del Hospital de Infectología U.M.A.E. La Raza

Q.F.B. Eva Aurora Hernández Sánchez
Jefe de Seccion de Bacteriología Sanitaria
Del Hospital de Infectología U.M.A.E. La Raza

Q.F.B. Eduardo Esparza Pacheco
Químico clínico adscrito al laboratorio de Bacteriología Sanitaria
Del Hospital de Infectología U.M.A.E. La Raza

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, a mis hermanos y principalmente a mis hijos, ya que este esfuerzo y sacrificios en tiempo y ausencia han sido principalmente por y para ustedes, el motor de mi vida.

A mis Ángeles en el cielo, que cada mañana me levantan y me acompañan con sus bendiciones y el fruto de sus enseñanzas.

A los amigos que se volvieron familia en el camino de esta batalla. (Aldo, Oscar, Jacqueline, Oriana... mil gracias).

A mi Maestra y colaboradora, Eva Aurora Hernández, en este proyecto de tesis, ya que sin su ardua labor y amor por lo que realiza, me hubiera sido imposible lograr una meta más... mil gracias.

A mi asesora, por su enorme compromiso y paciencia... mil gracias.

Y a todas y cada una de las personas que con su granito de arena hicieron posible conseguir mi sueño... mil gracias.

ÍNDICE

ÍNDICE

RESUMEN

ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS ESPECIFICOS

MATERIAL Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

CONSIDERACIONES ÉTICAS

RECURSOS

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIÓN

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

RESUMEN

Título: EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL DESINFECTANTE ACIDO HIPOCLOROSO EN CEPAS ATCC Y LA EFECTIVIDAD EN CEPAS DE ORIGEN HOSPITALARIO EN UNA UNIDAD DE TERCER NIVEL

Antecedentes: Los Desinfectantes Biocidas son sustancias que por medios químicos o biológicos pueden destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un efecto de control sobre cualquier organismo nocivo. El ácido hipocloroso es un agente biocida que interrumpe la fosforilación oxidativa y actividad asociada a la membrana para la inhibición del crecimiento bacteriano; esto con la intención de disminuir las infecciones asociadas a los cuidados de la salud (IACS) que constituyen un importante problema sanitario a nivel mundial, no solo para los pacientes sino también para su familia, la comunidad y el estado, afectan a todas las instituciones hospitalarias y resultan una de las principales causas de morbilidad y mortalidad, así como un gran impacto a los costos de salud.

Objetivo General: Evaluar la eficacia del desinfectante ácido hipocloroso con base a la normatividad establecida para ellos, así como la efectividad contra cepas de origen hospitalario y sobre superficies de áreas críticas de una unidad de tercer nivel.

Metodología: Estudio prospectivo, descriptivo, aleatorio. Se evaluará el Ácido Hipocloroso para medir la actividad germicida según la NMX-BB-040-SCFI-1999 con las cepas *Escherichia coli American Type Culture Collection (ATCC) 11229* y *Staphylococcus aureus ATCC 6538* (indicadas por la norma referida), y la efectividad con las cepas de origen hospitalario y sobre superficies de tres áreas críticas de un hospital de tercer nivel.

Análisis Estadístico. El análisis de datos se llevó a cabo mediante medidas de tendencia central expresadas en porcentaje y elaboradas en SPSS.

ANTECEDENTES

El uso de sustancias que permitan lograr un efecto capaz de eliminar patógenos, inocuo para hombres y animales, es tan imprescindible como las medidas correctivas que el personal de salud debe adoptar para lograr evitar la propagación de microorganismos que puedan resultar en daño a quienes entran en contacto con él. Las infecciones asociadas a los cuidados de la salud (IACS) constituyen actualmente un importante problema sanitario a nivel mundial, no solo para los pacientes sino también para su familia, la comunidad y el estado. Los estimados, basados en datos de prevalencia indican que aproximadamente el 5 % de los pacientes ingresados en los hospitales contraen una infección, esto, multiplicando por 2 a la carga de cuidados de enfermería, por 3 al costo de los medicamentos y por 7 los exámenes de laboratorio y gabinete a realizar. La eficiencia de un hospital se mide por los índices de mortalidad y aprovechamiento del recurso cama, así como por el índice de infecciones hospitalarias que, a su vez, mide la calidad de los servicios prestados. Las metas internacionales propuestas por la Organización Mundial de la salud, enfatiza con el lavado de manos el principal paradigma para lograr la “Reducción de las infecciones asociadas a cuidados de la salud”, sin dejar de lado todos los procesos necesarios para evitar que los objetos inanimados figuren como reservorio de microorganismos nocivos y que impidan lograr dichas metas.

ANTECEDENTES HISTORICOS

La más antigua referencia a una **desinfección** de los locales por un producto químico parece ser descrita en la Odisea, 800 años a. de C., en la que Ulises, después, de haber matado a sus rivales, ordena que se quemen las casas aplicando el azufre como un método de desinfección una vez destruidas estas viviendas. En 1715, G Lancisi recomendó el vinagre o agua de vinagre para desinfestar los objetos que habían estado en contacto con bovinos que habían sido afectados con la peste bovina.¹ En 1782, Lavoisier preconizaba la descontaminación por ebullición de los vestidos de las personas enfermas de tuberculosis. En 1840, Florence Nightingale,

reconoció el uso de agua y aire puro, drenaje eficiente, limpieza y luz para logra la salud, su experiencia como enfermera durante la guerra de Crimen probó la eficacia de sus recomendaciones.³ Koch y Wolffhugelen 1881, dan los fundamentos por calor seco y calor húmedo y en 1884 aparece en París un equipo de esterilización con vapor a presión de calor seco para uso de laboratorio. Para mediados del siglo XIX, (1847) Ignaz Semmelweeis, en Austria, y Oliver Wendell Holmes, en estados Unidos, establecieron que las enfermedades adquiridas en los hospitales, eran transmitidas por las manos de los trabajadores de la salud y que los médicos debían frotarse las manos con una solución clorada para evitar “que las partículas cadavéricas” se transmitieran de la sala de autopsias a las áreas de partos, causando la fiebre puerperal. Con estos acontecimientos se inicia una era para la desinfección de manos y superficies, y con ella el uso de sustancias adecuadas para lograr un efecto que elimine microorganismos en objetos inanimados e inofensivos para hombres y animales hasta nuestros días.^{3,4}

El medio ambiente hospitalario contiene numerosos microorganismos, pero solo en algunos casos se ha demostrado una relación causa efecto entre la presencia de microorganismos y el desarrollo de infección. No se recomiendan cultivos de vigilancia sistemáticos salvo en situaciones en que las muestras tengan importancia epidemiológica y los resultados puedan aplicarse para adoptar medidas de control de infección, por lo que la incidencia de infecciones nosocomiales puede minimizarse mediante un adecuado mantenimiento de dispositivos y áreas críticas por medio de la desinfección.⁵ Sin embargo, el ambiente del hospital es particularmente susceptible a la contaminación por patógenos bacterianos que crece como biofilms sobre superficies de acero inoxidable, vidrio, polietileno y teflón. Algunos autores han realizado estudios sobre los efectos de los biocidas de uso hospitalario en dos patógenos nosocomiales, *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MRSA) y *Pseudomonas aeruginosa*, y examinaron las poblaciones de biopelícula adherente (sésiles), así como las de flotación libre (planctónicas) de superficies hospitalarias, observando que el mínimo de concentración bactericida (MBC) de todos los biocidas para las poblaciones planctónicas de ambos organismos era considerablemente menor que la concentración recomendada para

uso por el fabricante. Sin embargo, cuando los aislados se cultivaron como biopelículas, los biocidas, no fueron efectivos en matar las bacterias en él.⁶ Estas controversias nos llevan a cuestionar si la **eficacia** y **efectividad** de los productos que se usan para la limpieza y desinfección de áreas hospitalarias es realmente la que debería ofrecer el fabricante.

En el ámbito de la Salud Pública se ha acentuado el uso de estos términos, especialmente en los casos de efectividad y eficacia, y se aprecia, en ocasiones, que no se distingue si se está hablando exactamente de algo efectivo, de algo eficaz o si los términos se están utilizando como si fueran sinónimos.⁷ En la vida corriente esto no tiene trascendencia, pero cuando se pretende hacer una distinción conceptual desde el punto de vista académico, o se están ofreciendo enfoques y políticas oficiales, entonces el uso debe ser el correcto. En este contexto podemos encontrar las siguientes definiciones:

Eficacia es el grado en que un procedimiento o servicio puede lograr el mejor resultado posible. Es la relación objetivos/resultados bajo condiciones ideales. Cuando se crean condiciones de máximo acondicionamiento para alcanzar un fin y este se logra, los recursos puestos en función de este fin fueron eficaces.⁸

Efectividad es la relación objetivos/resultados bajo condiciones reales, quiere decir que el propósito se ha logrado bajo las condiciones reales del lugar donde la acción se llevó a cabo. Dicho de otra manera, cuando se llevan a la práctica acciones para lograr el propósito que previamente se alcanzó bajo condiciones ideales y este se consigue en las condiciones reales existentes, entonces los recursos puestos en función para ese fin fueron efectivos.⁸

FUNDAMENTOS

Agentes liberadores de Cloro. Existen excelentes críticas que tienen que ver con la química, física y microbiológica de los agentes liberadores de cloro (ACC) que están disponibles para uso intrahospitalario. Las soluciones de hipoclorito de sodio son ampliamente utilizadas para la desinfección de superficies duras (lejía doméstica) y se pueden utilizar para la desinfección de los derrames de sangre que contiene virus de la inmunodeficiencia humana o HBV. En el agua, el hipoclorito de sodio se ioniza para producir Na^+ y el ion hipoclorito, OCl^- , que establece un equilibrio con el ácido hipocloroso, HOCl . Entre pH 4 y 7, existe predominantemente como cloro, HOCl , la fracción activa, mientras que por encima de pH 9, predomina el ion hipoclorito.⁹

Actividad bactericida HOCl. Como desinfectante bactericida el ácido hipocloroso penetra en la célula bacteriana a través de su membrana, actúa sobre proteínas y ácidos nucleicos de los microorganismos; oxida grupos sulfhídricos (-SH) y ataca grupos aminos, índoles y al hidroxifenol de la tirosina.¹⁰ La efectividad estimada del ion hipoclorito es del 1% comparada con la del ácido hipocloroso; de esta forma, a un pH de 6.0 se necesitan 0.005 ppm de cloro como HOCl para obtener la misma acción biocida que con 0.5 ppm de cloro como ClO^- a un pH de 10. Estos hipocloritos como el de sodio o de calcio son tóxicos al contacto con la piel y mucosas a diferencia del ácido hipocloroso, que resulta poco tóxico y le confiere una gran ventaja.¹⁰

Potencial de acción de algunos oxidantes¹¹

<i>Producto Químico</i>	<i>Potencial de Oxidación (voltios)</i>
Flúor	3.0
Radical Hidróxilo	2.8
Ozono	2.1
Peróxido de Hidrógeno	1.8
Permanganato de Potasio	1.7
Ácido Hipocloroso	1.5
Dióxido de Cloro	1.5
Cloro	1.4
Ácido Bromoso	1.3
Oxígeno	1.2
Ácido Yodoso	1.0

TIPOS DE DESINFECTANTES Y CLASIFICACION (NIVELES DE DESINFECTANTES)

TABLA 2

Niveles de acción de los desinfectantes contra los microorganismos
(Modificado de Block SS. Editor. Desinfection, Sterilization and preservation; 1991,
citado en el Manual de Desinfección y Esterilización Hospitalaria, MINSAs; 2002). (12)

NIVEL DE ACCION	BACTERIAS			HONGOS	VIRUS	
	CELULAS VEGETATIVAS	TBC	ESPORAS		MEDIANOS Y LIPIDICOS	PEQUEÑOS Y NO LIPIDICOS
ALTO	+++	+++	++-	+++	+++	+++
INTERMEDIO ¹	+++	++-	+--	+++	+++	++-
BAJO	++-	-	-	++-	++-	+--

(+) Indica el efecto microbicida del desinfectante (capacidad de eliminar) en condiciones apropiadas.

(-) Indica un pequeño o nulo efecto de eliminar.

¹Algunos desinfectantes de nivel intermedio pueden ser mico bactericida, pero su acción virucida es limitada.

El ácido hipocloroso, está considerado un biocida de acción intermedia, y su uso se ha promovido para la desinfección de áreas hospitalarias en diversos lugares por su eficacia y bajos costos.¹⁴

EVALUACIÓN DE UN DESINFECTANTE

Un factor determinante en el control microbiológico para establecer una política de uso de desinfectantes y antisépticos en hospitales es la estandarización de métodos de control de calidad de estos productos de acuerdo a las características del desinfectante ideal. La capacidad bactericida resulta ser una herramienta importante para definir una adecuada política para disminuir gastos y consumo y lograr una mayor eficiencia. Esta determinación se basa en las normas vigentes de cada país y se emplea de acuerdo a las necesidades de cada hospital.¹⁵

Existen varios métodos para comprobar la eficacia de un desinfectante, entre los que se pueden mencionar la filtración por membrana, el método de placas de contacto y de diluciones seriadas.¹⁶

Algunos autores sugieren que en Latinoamérica es común que, por carecer de laboratorios y equipamiento de prueba, de protocolos apropiados o de suficiente personal debidamente capacitado, las autoridades reguladoras de desinfectantes para uso hospitalario acepten de buena fe las aseveraciones de los fabricantes y sus distribuidores no sustentados debidamente con informes científicos.¹⁶ Aunado a esto, muchos de los responsables sanitarios, encargados de la adquisición o el uso de los biocidas, frecuentemente no están especializados en el tema de bioseguridad; tienen conceptos errados o antiguos y escasos conocimientos microbiológicos. Por ello no realizan la evaluación de la efectividad de los productos de uso habitual, que se basaría en pruebas microbiológicas, de eficiencia bactericida, micobactericida, virucida, fungicida y esporicida requieren tanto las condiciones y equipamiento técnico, como la preparación y conocimientos especiales del personal.¹⁶

La determinación de la capacidad bactericida de una sustancia es un tema complejo. Debido a esto, para la actividad germicida se seguirá la metodología desarrollada en la Norma NMX-BB-040-SCFI-1999; la cual describiremos posteriormente.^{2,17} Dentro del concepto de calidad de atención en salud está el imperativo ético de evitar nuevos problemas derivados de las IACS, ya que los métodos, procedimientos e insumos en bioseguridad, ya no cumplen con su función de prevenirlas, esto debido al cambio de propiedades biológicas de los agentes, uso de equipos y artefactos médicos y odontológicos modernos.¹⁸ El interés aumenta por el elevado número de casos de infecciones por el virus de la hepatitis C (VHC) y B (VHB), del VIH/SIDA, así como por el aumento de infecciones nosocomiales de tipo epidémico causadas por *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina (SARM), enterobacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido, *Enterococcus* resistente a la meticilina (ERV), y *Acinetobacter baumannii* multirresistente, y en algunos hospitales por otras bacterias Gram-negativas (P.

aeuroginosa, *Klebsiella sp*) y hongos de género *Aspergillus* resistentes a múltiples antibióticos y desinfectantes.¹² En un estudio realizado en unidades dentales de Colombia, se analizaron tres superficies que están expuestas constantemente a diversos materiales orgánicos (jeringa triple, testera de la silla, escupidera), encontrando con mayor prevalencia Gram negativos no fermentadores, seguido de fermentadores, Gram positivos y esporulados. Si estos microorganismos no se remueven o eliminan, pueden llegar a formar biopelículas en las superficies de equipos dentales y líneas de agua, como parte de su estrategia de supervivencia y adaptación al medio ambiente, adhiriéndose y colonizando dichas superficies. situación que se podría comparar en áreas críticas en hospitales. Al evaluar la eficacia del Hipoclorito de sodio frente a otros desinfectantes, los resultados evidencian que, aunque no fue tan alta su eficiencia, es un buen desinfectante. Su baja acción en este estudio se podría justificar porque este desinfectante puede perder su efecto a pH bajo y frente a superficies con presencia de materia orgánica y otros compuestos interferentes.¹⁹

RESISTENCIA O ADAPTACIÓN MICROBIANA

Todos los seres vivos exhiben mecanismos biológicos adaptativos como las bacterias, que las facultan para adecuarse a diversas presiones ambientales. La resistencia a los antibióticos es una expresión natural de la evolución y genética bacteriana, sin embargo, el incremento en el uso de antibióticos y la respectiva presión selectiva que ejercen, es el factor más importante que contribuye a la aparición de diversas clases de resistencia.²⁰

Al respecto de los biocidas, su disponibilidad y uso de manera inadecuada e indiscriminada con el fin de desinfectar el ambiente hospitalario, pueden ejercer un efecto potencial en la resistencia de los microorganismos hacia el mismo biocida, como sucede con los medicamentos. Este posible efecto, por el hecho de que muchas formulaciones contienen productos biocidas a bajas concentraciones y que sus descargas en los ecosistemas naturales producen un paisaje lleno de sus

concentraciones podría aumentar el riesgo e incidir en la selección para resistencia a los antibióticos en microorganismos clínicamente relevantes.²¹

Según estudios epidemiológicos, América Latina se encuentra entre las regiones con más alta incidencia de brotes nosocomiales producidos por bacterias que presentan resistencia a múltiples antibióticos; en los últimos años se ha visto un interés marcado por evidenciar la presencia de mecanismos de resistencia cruzada tanto para antisépticos y desinfectantes como para antibióticos.²²

Resistencia intrínseca a bacterias gran negativas. Las bacterias gran negativas por lo general son más resistentes a los antisépticos y desinfectantes que las gran positivas. Se han hecho estudios donde se midieron las concentraciones mínimas inhibitorias (CIM) que presentan tanto las gran positivas como las gram negativas, y se estableció que hay diferencias marcadas entre *S. aureus* y *E. coli* a los compuestos de amonio cuaternario (CAC), hexaclorofeno, diamidinas y triclosán, pero poca diferencia en la susceptibilidad a la clorhexidina. La membrana externa de las bacterias gran negativas actúa como una barrera que limita la entrada de varios tipos de agentes antibacterianos sin relación química. Las moléculas hidrofílicas de bajo peso molecular pasan fácilmente a través de las porinas, en cambio las moléculas hidrofóbicas se difunden a través de la bicapa de la membrana. Un ejemplo claro de resistencia mediada por la membrana externa es el de *P. aeruginosa*, la cual es más resistente a ciertos agentes incluyendo la clorhexidina.

La resistencia adquirida a los antisépticos y desinfectantes surge por mutación o por la adquisición de material genético en forma de plásmidos o transposones; estas configuraciones permiten grandes arreglos de genes de resistencia para la mayoría de los antibióticos y desinfectantes al ser transferidos juntos en un solo evento de conjugación.²³

Las soluciones de baja dilución o alto porcentaje tienen más de la sustancia química activa (son más concentradas) y tienden a ser más biocida, pero los gastos y toxicidad potencial puede requerir el uso del mínimo respecto al que se conociera

que es efectivo. Por ejemplo, la eficacia de un dado desinfectante puede ser evaluada utilizando la prueba de coeficiente del fenol, la cual es la mejor prueba de detección de la potencia de un desinfectante conocida y se compara con la de fenol. Un valor mayor que uno significa que el desinfectante es más eficaz que el fenol. El coeficiente de fenol, a través de una selección inicial de utilidad del procedimiento, puede ser engañosa si se toma como una indicación directa de la potencia desinfectante durante el uso normal.²¹

Hasta la fecha no existen criterios claros para determinar si un microbio es susceptible a los biocidas o no. Como punto de partida para distinguir entre los microorganismos de tipo salvaje y organismos resistentes, se han realizado estudios en los que se determina la concentración mínima inhibitoria (MIC) y distribuciones mínimas de concentración bactericida (MCB) para los biocidas a prueba con aislamientos clínicos que incluyen cepas como *Staphylococcus aureus* y *Salmonella spp*, llegando a obtener resultados que proponen como valores de cohorte epidemiológico. Para estos investigadores existe una preocupación sobre la potencial selección de resistencia a los antibióticos por biocidas. Sin embargo, sus resultados indican que la resistencia a biocidas y, por lo tanto cualquier posible relación con la resistencia a los antibióticos, es poco común en las poblaciones naturales de relevancia clínica, pero no se descarta la posibilidad en cepas aisladas del medio hospitalario.²¹ Por lo tanto es importante entender los mecanismos de resistencia empleados por bacterias hacia biocidas utilizados en productos de uso común y su potencia para producir resistencia cruzada a los antibióticos terapéuticos. Si el microorganismo es resistente al biocida debido a sus propiedades naturales, se llama insensible, mientras que, si se ven afectados o no por la concentración de biocida eficaz contra cepas sensibles, se llaman tolerantes o resistentes.²¹ El término "resistencia" se debe utilizar mientras se discuten los fenómenos que matan y "tolerancia" debe utilizarse mientras se discute la adaptación inhibitoria a la concentración. A diferencia de los antibióticos, los sitios diana de biocidas no son muy específicos y por lo tanto pueden dar lugar a mecanismos de resistencia inespecíficos.²² Las CMI se determinan en condiciones de laboratorio, pero la naturaleza fisiológica de las células en situaciones clínicas

son diferentes, al igual que en condiciones deficientes de nutrientes, las células pueden crecer como biofilms, endosporas o intracelularmente en los macrófagos que son resistentes a numerosos agentes físicos y químicos.²³ Por ejemplo, la resistencia (tolerancia) de *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus epidermidis* contra la tobramicina y BC aumentó hasta 100 veces cuando estaban presentes como biofilms. Otros mecanismos como las paredes de algunas bacterias, o bien el uso de bombas de eflujo y mutaciones confieren resistencia a hongos y bacteria, por lo que la exposición prolongada a concentraciones subletales de biocidas puede conducir por ejemplo la sobreexpresión de bombas de salida (como en *Pseudomonas aeruginosa*) y por lo tanto el aumento de la resistencia en las bacterias.²³

JUSTIFICACIÓN

La eficacia de la limpieza y desinfección en las diversas áreas de los hospitales, resulta de gran importancia en la prevención y cumplimiento de la quinta meta propuesta por la OMS en materia de salud, denominada “Reducción de las infecciones asociadas a cuidados de la salud”. Por lo que es de vital importancia realizar metodologías que nos permitan evaluar la eficacia y efectividad de estos productos y sus beneficios en cuanto a efectos inocuos para la salud, medio ambiente y materiales tratados, sin olvidar el impacto económico por su bajo costo.

El propósito de esta investigación es evaluar la eficacia del desinfectante ácido hipocloroso (HOCl) y corroborar su efectividad para considerarlo como una opción vigente para su uso en áreas críticas hospitalarias.

Al tener un control microbiológico hospitalario con desinfectantes eficaces se reducirá la incidencia de complicaciones como las infecciones asociadas a cuidados de la salud y resistencias cruzadas a los antibióticos en los pacientes, así como los altos costos que por estancia prolongada se generan.

Al verificar productos eficaces y eficientes con la capacidad de eliminar microorganismos patógenos, se puede garantizar el bienestar tanto del personal médico como del enfermo y sus contactos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los desinfectantes biocidas son importantes para el control de las infecciones asociadas a los cuidados de la salud, así como en la reducción de las tasas de incidencia hospitalaria, por lo que su eficacia y efectividad son invariablemente relevantes para que se logre dicho objetivo. Dentro de los desinfectantes de mayor uso hospitalario se encuentra el Ácido Hipocloroso.

La eficacia de los desinfectantes es evaluada por los proveedores de dichos compuestos químicos, dando cumplimiento con lo establecido en la norma NMX-BB040-SCFI-1999 para la inhibición de microorganismos utilizando cepas bacterianas *in vitro*. Sin embargo, considerando que en el ambiente hospitalario los microorganismos aislados presentan características de resistencia diferentes, existe la posibilidad de una diferencia en la efectividad de los mismos y son escasos los estudios que se han realizado al respecto.

Se considera que el uso continuo de los desinfectantes puede seleccionar cepas de microorganismos clínicamente relevantes, tal como ocurre con el uso de antibióticos.

Por lo anterior, es de suma importancia tener un antecedente que pueda mostrar información sobre la efectividad de uno de los desinfectantes más utilizados en unidades hospitalarias.

Por ello nuestra pregunta de investigación es la siguiente

¿Cuál es la eficacia del desinfectante ácido hipocloroso en cepas (American Type Culture Collection) ATCC y la efectividad en cepas de origen hospitalario y de áreas críticas de una unidad de tercer nivel?

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar la eficacia del desinfectante ácido hipocloroso con base a la normatividad establecida para ellos, así como la efectividad contra cepas de origen hospitalario y sobre superficies de áreas críticas de una unidad de tercer nivel.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar el porcentaje de reducción de la cuenta viable de las cepas ATCC de *Staphylococcus aureus* (6,539) y *Escherichia coli* (11,229), de acuerdo a la NMX-BB-040-SCFI-1999.
- Determinar el porcentaje de reducción de cepas de origen hospitalario (*Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecium*) de acuerdo a la técnica de la NMX-BB-040-SCFI-1999.
- Determinar el porcentaje de reducción de cepas de origen hospitalario en superficies de áreas críticas.
- Caracterizar los microorganismos de las áreas críticas evaluadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

CRITERIOS DE SELECCIÓN

A) Criterios de inclusión: Desinfectante Acido Hipocloroso

Cepas ATCC *E. coli* 11229 y *S. aureus* 6538

Superficies de uso común en áreas críticas de una unidad de Tercer nivel

B) Criterios de Eliminación: Superficies contaminadas con residuos biológicos sangre, secreciones.

MUESTREO

Se realizó muestreo probabilístico: aleatorio simple.

Para la selección de áreas críticas y superficies a muestrear, se escogió a través del uso de medio mecánico (ordenador) las áreas de artesa, inhala terapia y quirófano.

TECNICA MUESTRAL: Para la actividad germicida utilizamos una suspensión de las cepas ATCC y de las cepas obtenidas de las superficies de áreas críticas, a una concentración conocida y realizaremos el conteo viable mediante el método de vaciado en placa.

La técnica se realiza de la siguiente manera:

1. Ajustar la suspensión bacteriana de la cepa a una concentración entre 75 y 125×10^8 unidades formadoras de colonia/mL (UFC /mL). Realizar cuenta viable por el método de vaciado en placa.

2. Para cada microorganismo, adicionar a 1 ml de la suspensión, ajustada a 99 ml del producto, a la concentración indicada por el fabricante.
3. Después de exactamente 30 segundos de contacto, transferir 1 ml a un tubo con 9 mL de solución neutralizante. Hacer las diluciones necesarias para obtener, por el método de vaciado en placa, lecturas de 25 a 250 colonias.
4. Incubar a 36°C durante 24 horas.
5. Para la cuenta viable, considerar únicamente las placas en las que aparezcan de 25 y 250 colonias.
6. Tomando en cuenta la dilución, calcular la cuenta viable inicial y la cuenta viable de cada dilución probada.
7. Calcular el porcentaje de reducción con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de reducción} = 100 \frac{S \times 100}{CV}$$

Donde S son las células sobrevivientes (UFC/mL) y CV es la cuenta viable. Es decir, el número de UFC calculado en el inciso 1.³

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

TIPO DE ESTUDIO: Se realizó un estudio prospectivo, transversal, descriptivo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de datos se llevó a cabo mediante la evaluación de la distribución de variables cuantitativas, utilizándose medidas de tendencia central o de dispersión, según corresponda. Las variables cualitativas serán expresadas a través de frecuencias absolutas y relativas.

Se evaluará la distribución de las variables mediante la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov. Si resulta una distribución normal se aplicarán pruebas paramétricas (T-student). Si resulta una distribución anormal, se aplicarán pruebas no paramétricas (Wilcoxon).

Se utilizará el paquete estadístico SPSS versión 18.0

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este estudio no presenta ningún conflicto de intereses. Sin embargo, consideramos apropiado apegarse a la NMX-BB-040-SCFI-1999.

RECURSOS

Para la realización de esta tesis de investigación utilizamos insumos y consumibles propios del hospital para llevarse a término. Las cepas ATCC pertenecen al laboratorio del Hospital de Infectología, serán utilizadas y preservadas de acuerdo a las especificaciones del proveedor.

El personal operativo del Servicio de Bacteriología Sanitaria del Hospital de Infectología “Dr. Daniel Méndez Hernández” apoyará en el desarrollo de la metodología de acuerdo a la norma NMX-BB-040-SCFI-1999.

El cultivo cuantitativo se realizó en medio de gelosa sangre con un máximo de 48hrs de incubación, el aislamiento de los microorganismos encontrados en cortes de 0 ufc/cm² se realizó en el medio de cultivo de caldo BHI y de caldo Leetheen, los cuales también se incubaron hasta 48hrs. Materiales y recursos propiedad del laboratorio clínico del Hospital de Infectología.

RESULTADOS

INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS DE LA PRUEBA DE RETO MICROBIANO DATOS GENERALES DEL PRODUCTO

Nombre: Desytol

Nombre Genérico: Acido Hipocloroso Neutro. Desinfectante Biocida de alto nivel.

Fabricante: DESYMEEx

Registro:1858C2002SSA

Lote: 11363

Caducidad: 03-10-2016

Fecha de fabricación: No indica

Presentación: Galón (5L)

Cantidad: 1

Elaborado: México

Referencia Normativa: MNX-BB-040-SCFI-1999 Métodos generales de análisis-Determinación de la actividad antimicrobiana en productos germicidas.

Indicaciones de Uso:

Para desinfección:

Sumergir completamente el instrumental médico pre-lavado en una solución preparada de 1L de Desytol y 3L de agua destilada y dejar actuar 30 minutos

Para esterilización:

Sumergir completamente el instrumental médico pre-lavado en Desytol sin diluir y dejar actuar 10 minutos.

Mantener la solución preparada tapada y desecharla después de 4 usos o en una semana, lo que ocurra primero.

No es necesario enjuagar después de su aplicación.

Resultados:

EVALUACION IN VITRO

Tabla 1. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RETO MICROBIANO, EL PRODUCTO SE ENFRENTA EMPLEANDO UNA DILUCION DE 1LT CON 3 LT DE AGUA 30 SEGUNDOS DE EXPOSICIÓN A SUSPENSIONES BACTERIANAS DE CEPAS DE REFERENCIA SEGÚN NOM-BB-040-SCFI-1999.

CEPA ATCC	CUENTA VIABLE INICIAL UFC/ML	CELULAS SOBREVIVIENTES UFC/ML	% REDUCCION
Escherichia coli ATCC 11229	90x 10 ⁸	75x 10 ³	99.999
Staphylococcus aureus ATCC 6538	83x10 ⁸	51x 10 ³	99.999

Tabla 2. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RETO MICROBIANO, EL PRODUCTO SE ENFRENTA EMPLEANDO UNA DILUCION DE 1LT. CON 3 LT DE AGUA 30 SEGUNDOS DE EXPOSICIÓN A SUSPENSIONES BACTERIANAS DE CEPAS INTRAHOSPITALARIAS.

MICROORGANISMOS (*)	CUENTA VIABLE INICIAL UFC/ML	CELULAS SOBREVIVIENTES UFC/ML	% REDUCCION
Acinetobacter baumannii	110x 10⁸	92x 10³	99.999
Staphylococcus aureus	78x10⁸	0	100
Pseudomonas aeruginosa	86x10⁸	68x 10³	99.999
Enterococcus faecium	119x10⁸	0	100

(*) Cepas obtenidas de infecciones intrahospitalarias:

- 1- Acinetobacter baumannii complex MDR
- 2- Staphylococcus aureus MRSA
- 3- Pseudomonas aeruginosa MDR
- 4- Enterococcus faecium vancomicina resistente

DISCUSIÓN

En las tablas 2 y 3 se muestran los resultados de la evaluación de la eficacia microbici da de los lotes del desinfectante diluidos al 4 % y evaluados en superficies tratadas por 10 min de contacto (concentración y tiempo previsto de acuerdo con las instrucciones del fabricante) frente a suspensiones de cepas de referencias.

Se evidenció que el método de placas de contacto empleado resultó válido para la evaluación de la efectivi dad de los lotes del desinfectante. Las placas recuperaron las UFC al tiempo cero y a los 10 min de exposición, lo que mostró la reducción de las colonias crecidas. Un resultado similar a este se obtuvo al emplear este método por parte de los autores para evaluar la efectividad de un desinfectante indicado para la desinfección de superficies críticas.

El análisis de los resultados que se presentan en la tabla 2 corroboran la capacidad de los lotes a prueba de reducir la concentración de las cepas bacterianas al mostrar en todos los casos valores de reducción por encima de 3,0 logaritmo (criterio de aceptación establecido), por lo que se puede plantear que el desinfectante muestra actividad bactericida.

Los resultados muestran que el desinfectante objeto de estudio es eficaz frente a las cepas de microorganismos ensayadas. Esto se debe a que en su composición presenta compuestos de cloro, el cual tiene como mecanismo de acción inhibir enzimas esenciales, al oxidar los grupos tiol (S-H).¹⁵ También puede producir cambios en la permeabilidad de la membrana celular. Un resultado similar a este fue informado por Echeverri en el 2007 al evaluar la cinética de desinfección para cinco desinfectantes utilizados en la industria farmacéutica, en el que se logró evidenciar que los microorganismos probados eran susceptibles a la acción del cloro.

Es necesario evaluar a los desinfectantes de forma periódica y frente a diferentes tipos de retos (carga microbiana presente en el área), para detectar a tiempo la presencia de nuevos agentes microbianos mutantes y/o comprobar frente a ellos su

eficacia a fin de valorar la necesidad de realizar o no su rotación. Mientras un desinfectante se desempeña de manera eficaz, no procede su rotación.

El desinfectante DESYTOL es eficaz frente a las cepas de microorganismos ensayadas en el tiempo evaluado (10 min de contacto) y a la concentración probada (4 % diluido); con esto se demuestra su capacidad bactericida y fungicida en las condiciones estudiadas.

CONCLUSIONES:

La evaluación de la efectividad del DESYTOL in vivo sobre superficies de Quirófano, muestra una reducción del 87.15%, en Arteza del 9.57% y en Inhaloterapia de un 87% con respecto al número de UFC/25cm² de superficie muestreada, lo que nos permite determinar que no proporciona una desinfección de alto nivel; recordemos que la desinfección de alto nivel es importante en áreas blancas y en ambientes controlados hospitalarios

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

EVALUACION DE LA EFICACIA DEL DESINFECTANTE ACIDO HIPOCLOROSO EN CEPAS ATCC Y LA EFECTIVIDAD EN CEPAS DE ORIGEN HOSPITALARIO EN UNA UNIDAD DE TERCER NIVEL

CEDULA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CEPAS ATCC

CEPA ATCC	CUENTA VIABLE INICIAL UFC/ml	CELULAS SOBREVIVIENTES UFC/ml	% DE REDUCCIÓN
E. coli ATCC 11229			
S. aureus ATCC 6538			

CEPAS DE ORIGEN HOSPITALARIO

CEPA ATCC	CUENTA VIABLE INICIAL UFC/ml	CELULAS SOBREVIVIENTES UFC/ml	% DE REDUCCIÓN

CEPAS DE ORIGEN HOSPITALARIO MUESTREADAS EN SUPERFICIES DE ÁREAS CRÍTICAS

AREA	PUNTO DE MUESTREO	ANTES UFC/cm ²	DESPUES UFC/cm ²

AREA	PUNTO MUESTREO	MICROORGANISMO AISLADO	ANTES UFC/cm ²	DESPUES UFC/cm ²	% REDUCCIÓN

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num8/art79/index.html> Virginia Arreguín y Juan H. Macías ASEPSIA, UNO DE LOS GRANDES LOGROS DEL PENSAMIENTO Revista Digital Universitaria 1 de agosto 2012 • Volumen 13 Número 8 • ISSN: 1067-6079
2. NMX-BB-040-SCFI-1999 MÉTODOS GENERALES DE ANALISIS – DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA EN PRODUCTOS GERMICIDAS
- 3 De la Cruz Gonzalez Ruben, Villa Guillen Mónica, Calderón Jaimes Ernesto, Sánchez Gil Mario. Hospital Infantil de México “Federico Gómez” México DF. Comparación de la actividad germicida y acción residual de la Clorhexidina, desinfectantes a base de cítricos y etanol. ENF. INF. MICROBIOL 2012 6-12
4. M. Hernández, J. Celorrio, C. Lapresta, V. Solano. Fundamentos de antiseptia, desinfección y esterilización. Enferm Infec Microbiol Clin. 2014;32(10):681–688.
5. Carmen Ezpeleta-Baquedanoa, Jose Luis Barrios-Andrés by Alberto Delgado-Iribarren García-Camperoc. Control microbiológico ambiental. Enferm Infec Microbiol Clin. 2013;31(6):396–401 España
6. Karen Smith³ and Iain S. Hunter Strathclyde Institute of Pharmacy and Biomedical Sciences, University of Strathclyde, Glasgow, UK. Efficacy of common hospital biocides with biofilms of multi-drug resistant clinical isolates. Journal of Medical Microbiology (2008), 57, 966–973
7. Bouza A. Reflexiones acerca del uso de los conceptos de eficiencia, eficacia y efectividad en el sector de la salud. Rev Cubana Salud Pública 2000;26: 50-56.
8. LAM DIAZ, Rosa María y HERNANDEZ RAMIREZ, Porfirio. Los términos: eficiencia, eficacia y efectividad ¿son sinónimos en el área de la salud? Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter [online]. 2008, vol.24, n.2
9. G. McDonnell, D. Russell. Antiseptics and Desinfectants: Activity, Action, and Resistance. CLINICAL MICROBIOLOGY REVIEWS, Jan. 1999, p. 147–179.
10. S. Henao, C. Sierra, J. Gaitan. Actividad bactericida del ácido hipocloroso. Rev. Fac. Med. Univ. Nac. Colombia 2003 Vol. 51 N°3 p. 136-141.

11. Ernesto Castro. Principios de Control Microbiológico con Oxidantes. Milwaukee, Wisconsin, EE.UU. Contacto: +1(262) 238-4401, extensión 4393; +1(262) 238-4402 (fax), ecastro@osmonics.com, www.osmonics.com
12. William A. Rutala, Ph.D., M.P.H. David J. Weber, M.D., M.P.H., and the Health care Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) Guide line for Disinfection and Sterilization in Health care Facilities, 2008
13. Silpi Basak, Monali N. Rajurkar, Sanjay K. Mallick and Ruchita O. Attal. Infection Control Practices in HealthCare Set-Up Medical College Wardha (M.S.), India 2013
14. Yusibeska Ramos, Guillermina Alonso. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología 2011; 31:130-137
15. MSc. Nancy Burguet Lago, IMSc. Lázaro C. Brito Godoy, II Lic. Iván Cánovas Borgesl. Evaluación de la efectividad de un desinfectante mediante el método de placas de contacto. Revista Cubana de Farmacia 2013;47(2):185-192
16. Andrey Sindeev. Alejandro Borda Izquierdo NUEVOS ENFOQUES EN LA DESINFECCIÓN HOSPITALARIA. Revista de Investigación de la Universidad Norbert Wiener, 2013, N.º 2
17. Abilio Ubaldo Rodríguez Pérez. Evaluación de la actividad bactericida in vitro de soluciones antimicrobianas en uso. Rev Mex Patol Clin, Vol. 53, Núm. 2, pp 123-125 • Abril - Junio, 2006
18. MSc. Nancy Burguet Lago, I MSc. Lázaro C. Brito Godoy, II Lic. Iván Cánovas Borgesl. Evaluation of the effectiveness of a disinfectant through the contact plate method. Revista Cubana de Farmacia 2013;47(2):185-192
19. Sonia J. Gutiérrez C. Diana C. Dussán¹, Silvia C. Leal B, Adriana Sánchez G. Evaluación microbiológica de la desinfección en unidades odontológicas (estudio piloto). Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm. Vol. 37 (2), 133-149, 2008
20. CRISTINA EUGENIA CABRERA, M.SC., ROMMEL FABIÁN GÓMEZ, B.SC., ANDRÉS EDMUNDO ZÚÑIGA, B.SC. La resistencia de bacterias a antibióticos, antisépticos y desinfectantes una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación. Corporación Editora Médica del Valle Colombia Med. 2007; 38: 149-158

21. Divya Prakash Gnanadhas, Sandhya Amol Marathe & Dipshikha Chakravortty. Biocides -- resistance, cross-resistance mechanisms and assessment. Department of Microbiology and Cell Biology, Centre for Infectious Disease Research and Biosafety Laboratories, Indian Institute of Science, Bangalore, India 2012
22. Chioma C. Okore, Ogechukwu N. Mbanefo, Bright C. Onyekwere, Simon C. Onyewenjo, Agaptus U. Ozurumba, Chinyere A.M. Abba-Fathe. Antimicrobial efficacy of selected disinfectants. American Journal of Biology and Life Sciences 2014; 2(2): 53-57
23. Ian Morrissey, Marco Rinaldo Oggionib, Daniel Knight, Tania Curiao, Teresa Coque, Ayse Kalkanci, Jose Luis Martinez, the BIOHYPO Consortium. Evaluation of Epidemiological Cut-Off Values Indicates that Biocide Resistant Subpopulations Are Uncommon in Natural Isolates of Clinically-Relevant Microorganisms. University of Padova, Medical School, Italy. PLOS ONE | www.plosone.org January 2014 | Volume 9 | Issue 1 | e86669