



En época de pandemia: eficacia de los desinfectantes de uso hospitalario en áreas críticas

In times of pandemic: efficacy of hospital disinfectants used on critical areas

Juan Carlos Benites Azabache^{1*} , Pedro Javier Navarrete Mejía^{2,3} 

¹Universidad Privada Norbert Wiener, Facultad de Ciencias de la Salud, Lima, Perú.

²Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Medicina Humana, Centro de Investigación de Epidemiología Clínica y Medicina Basada en Evidencias. Lima, Perú.

³Universidad Continental, Facultad de Ciencias de la Salud. Lima. Perú.

*Autor para la correspondencia: juan.benites@uwiener.edu.pe

Cómo citar este artículo

Azabache Benites JC, Navarrete Mejía PJ: En época de pandemia: eficacia de los desinfectantes de uso hospitalario en áreas críticas. Rev haban cienc méd [Internet]. 2023 [citado 22(2):[9 p]; Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/4474>

Recibido: 15 de junio de 2022

Aprobado: 07 de marzo de 2023

RESUMEN

Introducción: Las Infecciones Asociadas a la Atención en Salud (IAAS) son un serio problema para los establecimientos de salud, no solo como causal de morbimortalidad sino también por los altos costos que generan. La contaminación de ambientes son un peligro para cualquier establecimiento sanitario.

Objetivo: Determinar la eficacia de los desinfectantes de uso hospitalario frente a microorganismos aislados de superficies (respirador, monitor y superficie de la cama clínica) de áreas críticas del Hospital "Santa Rosa", Lima, Perú.

Material y Métodos: Estudio observacional, prospectivo y transversal, se evaluaron varios productos de desinfección de superficies. Se utilizó la prueba de reto en superficie utilizando cepas control. Las muestras fueron recolectadas de los servicios de Unidad de Cuidados Intensivos Adultos (UCI), Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal (UCINEO), Unidad de Cuidados Especiales de Medicina (UCEM) del Hospital "San Rosa". El efecto de los desinfectantes evaluados se realizó a los 5, 10 y 15 minutos.

Resultados: En las condiciones del ensayo y considerando los tiempos y velocidad de muerte bacteriana por efecto del desinfectante, los productos de mayor eficacia resultaron ser el amonio cuaternario (Supersafe D) e hipoclorito de sodio a 1 %.

Conclusiones: Ninguno de los desinfectantes logró alcanzar las exigencias del test de Chambers. Los productos lograron efectos esperados a partir de los 10 ó 15 minutos.

Palabras Claves:

Desinfección, SARS CoV-2, contención de riesgos biológicos.

ABSTRACT

Introduction: Infections Associated with Health Care (IAAS) are a serious problem for health care facilities, not only as a cause of morbidity and mortality but also because of the high costs they generate. Contaminated environments are a danger for any health care facilities.

Objective: To determine the efficacy of hospital disinfectants against microorganisms isolated from surfaces (ventilator, monitor and surface of the hospital bed) in critical areas of the "Santa Rosa" Hospital, Lima-Peru.

Material and Methods: An observational, prospective and cross-sectional study was conducted to evaluate disinfection products used to clean floors and surfaces. The surface challenge test was performed using control strains. Samples were collected from the adult intensive care unit (ICU), the neonatal intensive care unit (NICU) and the special care unit (SCU) of the Santa Rosa Hospital. The effect of the disinfectants was evaluated at the fifth, tenth and fifteen minutes.

Results: Under the study conditions and considering the time and speed of bacterial death due to the disinfectant effect, the most effective products were quaternary ammonium (Supersafe-D) and 1% sodium hypochlorite.

Conclusions: None of the disinfectants met the chambers test requirements. The products achieved the expected effects after 10 to 15 minutes.

Keywords:

Disinfection, SARS-CoV-2, containment of biohazards.



INTRODUCCIÓN

Las infecciones Asociadas a la Atención en Salud (IAAS) pueden tener su origen en superficies contaminadas, algunas de ellas asociadas a la presencia de microorganismos multiresistentes.⁽¹⁾ Las IAAS generan preocupación por su relación con las tasas de mortalidad y morbilidad, tanto por bacterias, virus (entre ellos el SARS CoV-2) y otros agentes y tienen un elevado costo para los establecimientos de salud, siendo de gran importancia en salud pública, puesto que no solo elevan las tasas de mortalidad, sino que además provocan un desgaste de los recursos destinados a su atención.⁽²⁾ Se tienen reportes de una elevada mortalidad (60 x 100 000 hab.) en las neumopatías y las bacteriemias, dependiendo del microorganismo causante de estas y su fenotipo de resistencia a los antibióticos.⁽³⁾

Estas infecciones pueden variar dependiendo de los caracteres de los pacientes, hacinamiento, ventilación, ambiente, tiempo de hospitalización,⁽⁴⁾ por tanto, la necesidad de disminuir la carga microbiana ha llevado al uso de diversos productos; no obstante, hay que tener claro que el nivel de desinfección puede variar dependiendo del desinfectante utilizado.⁽⁵⁾ Se han realizado algunos trabajos para evaluar el efecto de biocidas sobre cepas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* BLEE y *Pseudomonas aeruginosa*⁽⁶⁾ y desinfectantes de uso hospitalario frente a *Escherichia coli*,⁽⁷⁾ revisiones desarrolladas han mostrado que el tiempo de contacto de los desinfectantes con la superficie es crucial para asegurar la desinfección.⁽⁸⁾ La respuesta de los microorganismos en función de su estructura celular, composición y fisiología varían en su respuesta a los desinfectantes.^(9,10)

La contaminación está relacionada con el área hospitalaria a la que pertenece, así hay reportes como el de Ouali Lalami, *et al*, quienes hallaron que 96 % de áreas de un hospital tenían algún grado de contaminación predominando bacterias Gram negativas.⁽¹¹⁾ Otros investigadores como García J, evaluaron el efecto de hipoclorito de sodio 7,5 % y amonio cuaternario 12 % sobre el crecimiento *In vitro* de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* encontrando que el tiempo y la concentración son importantes para inhibir desarrollo bacteriano;⁽¹²⁾ también se han evaluado germicidas halogenados frente a aislamientos hospitalarios, pero son muy pocos los trabajos realizados para evaluar desinfectantes en superficies de áreas críticas.⁽¹³⁾

Son importantes los protocolos de limpieza en establecimientos sanitarios no solo por el efecto directo en la reducción de infecciones no deseadas, sino también por el impacto sobre los costos hospitalarios.⁽¹⁴⁾ El uso eficaz de los desinfectantes, así como de los protocolos de bioseguridad, constituyen medidas mínimas de exigencia como barrera preventiva. La eficacia de los desinfectantes empleados, así como un correcto procedimiento de desinfección, contribuyen a la prevención de infecciones.⁽²⁾ En el caso particular del SARS CoV-2 y otros virus, el Centro para Control y la Prevención de Enfermedades (CDC–EEUU) brindó recomendaciones específicas para limitar la supervivencia del virus en los ambientes como medida de prevención.

El Ministerio de Salud del Perú regula con la norma técnica NT 020-MINSA-DGSP el uso racional de desinfectantes y antisépticos.⁽¹⁵⁾ Los desinfectantes se usan con base a protocolos internacionales de control microbiológico, tanto en ambientes como superficies.⁽⁹⁾ La eficacia de los desinfectantes, en el caso particular de bacterias, se realiza empleando cepas estandarizadas de control (ATCC), tales como *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Escherichia coli* ATCC 25922, las cuales son microorganismos certificados para el control de calidad en los laboratorios de microbiología.⁽¹⁰⁾ Las instituciones sanitarias deben establecer programas de prevención y control de infecciones para garantizar que se reduzcan las infecciones asociadas a la atención de salud, esto incluye el elegir adecuadamente el desinfectante y los métodos de aplicación.⁽¹⁶⁾ La eficacia del producto está asociada al cumplimiento de las instrucciones brindadas por el fabricante, los cuales incluyen: una dilución adecuada, tiempo de contacto, material de la superficie y número/tipo de agentes en la superficie a desinfectar.^(17,18)

Por lo expuesto, el **objetivo** de esta investigación es determinar la eficacia de los desinfectantes de uso hospitalario en superficies de áreas críticas para garantizar la bioseguridad de los pacientes y profesionales de la salud, más aún en épocas de pandemia.

MATERIAL Y MÉTODO

Estudio observacional, prospectivo y transversal, en el mes de febrero de 2019, se tomaron muestras de las áreas críticas del Hospital “Santa Rosa”, tales como la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos (UCI), Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal (UCIN) y Unidad de Cuidados Especiales de Medicina (UCEM).

Se eligieron como punto de muestreo aquellas superficies que estaban en contacto con los pacientes que se encontraban ocupando los ambientes de estas áreas, tales como respiradores, monitores y superficie de la cama clínica. Para realizar el control microbiológico, se colocó sobre la superficie a examinar una plantilla estéril de 25 cm² (confeccionada en acrílico), luego haciendo uso de un hisopo estéril humedecido previamente en agua de peptona tamponada (Merck) se frotó la zona expuesta, las muestras obtenidas fueron introducidas en un tubo con 10 ml de agua de peptona y colocadas en un recipiente con gel refrigerante. Las muestras fueron transportadas al laboratorio de microbiología en forma inmediata, el tiempo desde la obtención de la muestra y el procesamiento no excedió los 30 minutos.

Se realizó un muestreo aleatorio de cada ambiente se muestreo: respirador, monitor y superficie de la cama clínica, se obtuvieron 96 muestras (48 zonas por duplicado) provenientes de: 6 ambientes de UCI; 4 ambientes de UCIN y 6 ambientes de UCEM.

Las variables de trabajo fueron el área de recolección (área crítica: UCI, UCIN, UCEM), desinfectante usado (Hipoclorito de sodio 1 %, Hipoclorito de sodio 0,5 %, Surfianios cifor 0,5 %, Betagen R-12Q3 0,25 %, Supersafe-d), tiempo de exposición al desinfectante (5, 10 y 15 min.), crecimiento bacteriano e inhibición de crecimiento.

Análisis microbiológico

Los procedimientos microbiológicos se realizaron en el Laboratorio especializado del mismo hospital. Los microorganismos aislados de las superficies de áreas críticas fueron identificados mediante el sistema VITEK 2 de Biomeriux.

Ensayos de eficacia

Se emplearon los productos de desinfección: Amonio cuaternario (Supersafe D), N-(3-aminopropil)-N-dodecilpropano-1,3-diamina y Cloruro de didecildimetilamonio (Surfanios cifor 0,5 %), Amonio Cuaternario 5ta Generación (Betagen) e hipoclorito de sodio (1 % y 0,5 %); estas son las concentraciones empleadas habitualmente en el establecimiento y los productos cumplen con las características de detergentes desinfectantes para suelos y superficies.

La eficacia de los desinfectantes se cuantificó enfrentando estos con las cepas aisladas de superficies de áreas críticas, según lo descrito en el test de *Chambers*, el cual es una metodología recomendada por la AOAC (*Official Methods of Analysis*) que nos permite medir la eficacia germicida porcentual de un desinfectante, la cual está definida como el porcentaje de reducción de un número conocido de microorganismos cuando se ponen en contacto con el desinfectante bajo ciertas condiciones, ya que esta dependerá de la concentración del desinfectante, el tiempo de contacto, la naturaleza de la superficie y el tipo y cantidad de microorganismos presentes.⁽¹⁹⁾

Suspensiones bacterianas

Como primer paso, los microorganismos aislados a partir de las superficies seleccionadas se sembraron en agar tripticase de soya incubándolos a 37 °C, luego se tomaron unas colonias de este crecimiento y se colocaron en tubo con 10 ml de agua de peptona tamponada estéril agitándose hasta obtener una suspensión homogénea. Esta suspensión bacteriana se ajustó con ayuda de un espectrofotómetro a 620 nm, hasta obtener los siguientes valores de absorbancia:

0,2 – 0,3 Gram negativos

0,3 – 0,4 Gram positivos

Lo cual corresponde a un recuento de 1 - 3 x 10⁸ UFC/ml según la Metodología recomendada por la AOAC - *Official Methods of Analysis*.⁽¹⁹⁾

Preparación de las diluciones

A partir de la suspensión bacteriana obtenida, utilizando agua de peptona tamponada como diluyente y tubos estériles, se prepararon diluciones seriada tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Preparación de las diluciones						
Proceso	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6
Dilución de la concentración anterior	1/10	1/10	1/10	1/10	1/5	1/20
Diluyente (ml)	3,6	3,6	3,6	3,6	3,2	3,8
Suspensión bacteriana (ml)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,2
Concentración bacteriana (bacterias/ml)	1-3x10 ⁷	1-3x10 ⁶	1-3x10 ⁵	1-3x10 ⁴	2-6x10 ⁴	1-3x10 ²

Metodología recomendada por la AOAC - *Official Methods of Analysis*.⁽¹⁹⁾

Evaluación de crecimiento

De las diluciones realizadas se inoculó 0,1 ml del tubo 4 (1 – 3 x 10⁴ bacterias/ml) en placas de agar tripticasa de soya (por duplicado), se hizo uso de asa de Drigalsky previamente esterilizada. Las placas sembradas se incubaron, en posición invertida, a 37 °C/24 horas; posteriormente se desarrolló el recuento de colonias, según las especificaciones de ICMSF *Microorganisms Food*;⁽²⁰⁾ se obtuvo el valor medio de las dos placas.

Ensayo del neutralizante

Siguiendo la Metodología recomendada por la AOAC⁽¹⁹⁾ con cada una de las cepas bacterianas se trabajan 2 tubos que contienen: el primer tubo, 1 ml de agua destilada estéril y el segundo tubo, 1 ml de desinfectante (1/5); se añaden a cada uno de ellos 1 ml de neutralizante (doble concentración), se agita y se mantiene durante 10 minutos a 20 °C; posteriormente, se agrega a cada uno de ellos 0,1 ml del tubo 5 (2 - 6x10⁴ bacterias/ml) se agita y se deja reposar por 5 minutos a 20 °C, luego, se toma de cada tubo dos alícuotas de 0,1 ml y se procede a la evaluación de crecimiento, tal como se realizó en el paso anterior, obteniéndose el promedio de las dos placas (dos de agua destilada y dos de desinfectante), para que el neutralizante sea efectivo el crecimiento en el tubo con desinfectante tiene que ser igual o mayor que 50 % del crecimiento que hay en el tubo con agua destilada.

Ensayo del desinfectante

Inicialmente, en tubos de ensayo estériles, se colocó 0,9 ml de cada concentración a evaluar del desinfectante (trabajarlo por duplicado), a cada uno de estos tubos se añadió 0,1 ml de la suspensión de bacterias ($1 - 3 \times 10^2$ bacterias/ml), se agito y se dejó reposar por 5 minutos a 20 °C; luego se tomó una alícuota de 0,25 ml de cada uno de estos tubos y se colocó en tubos estériles a los cuales se les agregó a continuación 2,25 ml de neutralizante, se agitaron y se dejaron reposar por 10 minutos a 20 °C. Posteriormente se toman de cada uno de estos tubos 0,1 ml para proceder a la evaluación de crecimiento, tal como ya se ha descrito; se obtuvo el valor promedio de las placas.⁽¹⁹⁾

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se expresan en función del porcentaje de inhibición bacteriana frente a cada solución desinfectante valorada (eficacia germicida porcentual -EGP). El valor EGP corresponde al porcentaje de microorganismos que son destruidos por la acción del desinfectante, la evaluación se realizó a los 5, 10 y 15 minutos. Se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia germicida porcentual (\%)} = \frac{N_0 - N_t}{N_0} \times 100$$

Donde:

N_0 = número de microorganismos iniciales.

N_t = número de microorganismos sobrevivientes al tiempo t.

Como criterio de eficacia, según lo descrito en el test de *Chambers*,⁽²¹⁾ se aceptó como buen desinfectante el producto que, a la concentración recomendada, causa 99,999 % de muerte celular a los 5 minutos.

Consideraciones éticas

El estudio contó con la aprobación del Comité de Ética del Hospital "Santa Rosa", (constancia 023-19-CMI-HSR/ código 19-028).

Teniendo en consideración los principios de veracidad a los que se debe la actividad investigativa, se colocaron en la plataforma de la revista los registros de datos primarios para que, de ser requerido, puedan ser revisados por los lectores y comunidad científica en general.

RESULTADOS

En el análisis de los promedios de unidades formadoras de colonias por cm^2 (UFC/ cm^2) obtenidos tras realizar el cultivo de superficies de áreas críticas, se evidencia crecimiento de *Pseudomonas spp* en Unidad de Cuidados Intensivos Adulto (UCI), *Staphylococcus haemolyticus* en Unidad de Cuidados Especiales de Medicina (UCEM) y *Pseudomonas aeruginosa* en Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal (UCIN). (Tabla 2).

Tabla 2. Microorganismos aislados de superficies de áreas críticas			
Agente aislado	Ambiente		
	UCI	UCEM	UCI Neonatal
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	12,32 UFC/ cm^2	-	6,17 UFC/ cm^2
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0,12 UFC/ cm^2	-	-
<i>Burkholderia cepacia</i>	-	-	1,23 UFC/ cm^2
<i>Bacillus sp</i>	-	-	1,35 UFC/ cm^2
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	-	-	0,98 UFC/ cm^2
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	-	13,00 UFC/ cm^2	-
<i>Pseudomonas putida</i>	12,30 UFC/ cm^2	-	-
<i>Escherichia coli</i>	-	0,12 UFC/ cm^2	-

En las cepas de *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli* aisladas de áreas críticas, a los 5 minutos, no se evidenció efecto bactericida por ninguno de los desinfectantes, al igual que en las cepas de *Staphylococcus epidermidis* y *Pseudomonas putida*. A los 10 minutos, se observó efecto bactericida del hipoclorito de sodio 1 %, hipoclorito de sodio 0,5 % y Supersafe-d en las cepas de *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli*, el hipoclorito de sodio 1 % y Supersafe-d para las cepas de *Staphylococcus epidermidis* y *Pseudomonas putida*. A los 15 minutos el efecto bactericida se presenta con la totalidad de desinfectantes en las 4 cepas. (Tablas 3 y 4).

Tabla 3. Eficacia germicida (%) de desinfectantes (<i>pruebas In Vitro</i>) sobre <i>Klebsiella pneumoniae</i> y <i>Escherichia coli</i> .						
Desinfectante	<i>Klebsiella pneumoniae</i>			<i>Escherichia coli</i>		
	Eficacia germicida %			Eficacia germicida %		
	5 min	10 min	15 min	5 min	10 min	15 min
Hipoclorito de sodio 1 %	96,394	99,999	99,999	96,361	99,999	99,999
Hipoclorito de sodio 0,5 %	89,667	99,998	99,999	92,750	99,998	99,999
Surfanios cifor 0,5 %	92,727	98,121	99,999	92,027	98,125	99,999
Betagen R-12Q3 0,25 %	93,333	98,212	99,999	93,194	98,305	99,999
Supersafe-d	95,909	99,999	99,999	96,111	99,999	99,999

Tabla 4. Eficacia germicida (%) de desinfectantes (<i>pruebas In Vitro</i>) sobre <i>Staphylococcus epidermidis</i> y <i>Pseudomonas putida</i>						
Desinfectante	<i>Staphylococcus epidermidis</i>			<i>Pseudomonas putida</i>		
	Eficacia germicida %			Eficacia germicida %		
	5 min	10 min	15 min	5 min	10 min	15 min
Hipoclorito de sodio 1 %	95,970	99,999	99,999	95,000	99,999	99,999
Hipoclorito de sodio 0,5 %	93,264	99,997	99,999	89,727	99,996	99,999
Surfanios cifor 0,5 %	91,882	99,255	99,999	89,545	97,748	99,999
Betagen R-12Q3 0,25 %	90,088	99,179	99,999	88,272	97,666	99,999
Supersafe-d	96,264	99,999	99,999	94,787	99,999	99,999

A los 10 minutos de contacto con hipoclorito de sodio 1 %, y Supersafe-d se evidenció un efecto bactericida para las cepas de *Pseudomonas aeruginosa* y *Burkholderia cepacia*; mientras que, en el mismo tiempo, el contacto con hipoclorito de sodio 1 %, hipoclorito al 0,5 %, Betagen R-12Q3 0,25 % y Supersafe-d mostró un efecto bactericida para *Bacillus sp.* A los 15 minutos el efecto bactericida se presenta con la totalidad de desinfectantes. (Tablas 5 y 6).

Tabla 5. Eficacia germicida (%) de desinfectantes (<i>pruebas In Vitro</i>) sobre <i>Pseudomonas aeruginosa</i> y <i>Burkholderia cepacia</i>						
Desinfectante	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>			<i>Burkholderia cepacia</i>		
	Eficacia germicida %			Eficacia germicida %		
	5 min	10 min	15 min	5 min	10 min	15 min
Hipoclorito de sodio 1 %	94,242	99,999	99,999	94,272	99,999	99,999
Hipoclorito de sodio 0,5 %	89,424	99,996	99,999	89,393	99,997	99,999
Surfanios cifor 0,5 %	89,484	97,600	99,999	89,757	97,651	99,999
Betagen R-12Q3 0,25 %	88,910	97,600	99,999	89,212	97,927	99,999
Supersafe-d	95,660	99,999	99,999	95,969	99,999	99,999

Tabla 6. Eficacia germicida (%) de desinfectantes (*pruebas In Vitro*) sobre *Bacillus sp* y *Staphylococcus haemolyticus*

Desinfectante	<i>Bacillus sp</i>			<i>Staphylococcus haemolyticus</i>		
	Eficacia germicida %			Eficacia germicida %		
	5 min	10 min	15 min	5 min	10 min	15 min
Hipoclorito de sodio 1 %	96,226	99,999	99,999	94,439	99,999	99,999
Hipoclorito de sodio 0,5 %	95,030	99,999	99,999	93,244	99,997	99,999
Surfanios cifor 0,5 %	94,334	99,406	99,999	91,852	99,255	99,999
Betagen R-12Q3 0,25 %	93,742	99,999	99,999	90,068	99,179	99,999
Supersafe-d	97,020	99,999	99,999	96,224	99,999	99,999

DISCUSIÓN

El estado actual de los diferentes centros hospitalarios es el de presentar dentro de sus ambientes microorganismos altamente resistentes a los antibióticos y desinfectantes, lo cual dificulta su eliminación. Los desinfectantes se muestran eficaces para reducir las infecciones asociadas a la atención en salud, aunque es necesario realizar una correcta elección de los mismos, teniendo en cuenta las variables que puedan alterar su rango de eficacia.

La eficiencia germicida porcentual se define como el porcentaje de microorganismos que son destruidos por la acción del desinfectante. En el presente trabajo los desinfectantes empleados para las superficies de áreas críticas en ninguno de los casos pudieron alcanzar lo estipulado por el test de *Chambers*; en este caso debemos hacer notar que este test se diseñó inicialmente para probar la eficacia de desinfectantes ante cepas ATCC; en nuestro caso, son cepas bacterianas aisladas de áreas críticas las cuales pueden de alguna manera no solo presentar mecanismos de resistencia frente a antibióticos sino también haber desarrollado esa resistencia frente a los desinfectantes; por otro lado, estos agentes químicos se comportan de forma diferente debido a la cantidad de microorganismos, presencia de materia orgánica, factores físicos como la temperatura y tiempo de exposición, lo cual puede afectar la eficacia del producto desinfectante.

El estudio no muestra diferencias en la eficacia de desinfección de los productos empleados entre bacterias gram positivas o negativas. En las condiciones del ensayo, considerando los tiempos y velocidad de muerte bacteriana por efecto del desinfectante, los productos de mayor eficacia (en los tres tiempos de evaluación) resultaron ser el amonio cuaternario (Supersafe D) e hipoclorito de sodio a 1 %. Es necesario recordar que el test de *Chambers*^(21,22) brinda las recomendaciones con base a experimentación con el principio activo de los desinfectantes de mayor frecuencia de uso, en el caso particular del presente estudio, los productos tienen aditivos que ejercen actividad emulsionante; esto puede afectar los resultados esperados.

La eficacia de los desinfectantes está asociada a su concentración de uso, tiempo de contacto, tipo de superficie y número/tipo de agentes en la superficie a desinfectar. Las autoridades deben evaluar la pertinencia de ajustar las concentraciones de los desinfectantes a emplear,⁽²²⁾ lo que permitiría reducir o ampliar los tiempos desde el momento de desinfección hasta el uso del ambiente (mínimo 15 minutos después),^(23,24) teniendo en cuenta que salvo el amonio cuaternario (Supersafe D) y el hipoclorito a 1 % los otros productos empleados solo mostraron efecto germicida importante a partir de los 15 minutos.^(25,26)

Los resultados obtenidos por Penacca M,⁽²⁷⁾ al utilizar hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones no mostraron diferencias importantes frente a 32 aislamientos hospitalarios provenientes de variadas muestras de ambiente clínico, en casi todos los casos mostró alta eficacia, aun usando concentraciones más bajas que las recomendadas; Zagastizabal L,⁽²⁶⁾ determinó la eficacia de amonio cuaternario e hipoclorito de sodio (0,05 %, 0,10 % y 1,00 %) frente a biopelículas, formadas sobre acero inoxidable, de *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*, encontró que el amonio cuaternario era más efectivo frente a *Pseudomonas spp*. En el trabajo realizado por Reynaldo M,⁽²⁸⁾ evaluó la eficacia de hipoclorito de sodio comercial (55 g/L) contra estafilococos hospitalarios sensibles y resistentes a la metilicina, no encontró diferencias significativas en los resultados obtenidos al enfrentar el desinfectante a ambas cepas del microorganismo; García J,⁽¹²⁾ no encontró efecto significativo entre el hipoclorito de sodio (Clorox® 7,5 %) y el amonio cuaternario (Betagen R-82F® 12 %) sobre el crecimiento *In vitro* de un grupo de bacterias, en este caso en particular, la metodología usada (Método de Kirby) no fue la adecuada según recomendaciones internacionales. Se puede observar similitud entre estos resultados con los obtenidos en el presente estudio, sin embargo, es necesario mencionar que ninguno de las investigaciones mencionadas se realizó sobre superficies de áreas críticas, entendiendo que estas zonas pueden albergar microorganismos altamente resistentes.

En el presente trabajo, tras realizar el cultivo de superficies de áreas críticas, se evidenció un mayor crecimiento de *Pseudomonas* en Unidad de Cuidados Intensivos Adulto (UCI), *Staphylococcus haemolyticus* en Unidad de Cuidados Especiales de Medicina (UCEM) y *Pseudomonas aeruginosa* en Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal (UCIN), lo cual concuerda con el trabajo realizado por Pérez, *et al.* en la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Docente Clínico Quirúrgico “Dr. Joaquín Albarrán”, el cual reveló que *Klebsiella sp* ocupa el primer lugar (40,0 %), seguido por *Pseudomonas sp* y *Staphylococcus spp.* Estos trabajos reconocen que estas áreas debido al empleo de procedimientos de carácter invasivo incrementan significativamente el riesgo de adquirir infecciones asociadas a la atención de salud. La preocupación por la identificación de agentes y el mejor desinfectante para hacerles frente es de gran preocupación para los sistemas de salud;⁽²⁹⁾ se hace necesaria la vigilancia de la resistencia bacteriana frente a los desinfectantes de uso hospitalario.

Limitaciones

A efectos de cumplir con los principios de comportamiento ético, se solicitó la autorización correspondiente a la oficina de investigación y apoyo a la docencia del Hospital “Santa Rosa”, el mismo que demoró debido a que por motivos de la emergencia sanitaria se habían interrumpido las reuniones programadas para evaluar los proyectos presentados; esto también llevó a una demora en la entrega de los desinfectantes a emplear ya que debían utilizarse los mismos que se empleaban en el hospital.

CONCLUSIONES

Los resultados *in vitro* nos brindan una expresión cuantitativa de la eficacia de los desinfectantes empleados en superficies de áreas críticas en el Hospital “Santa Rosa”; los resultados deben tenerse en cuenta para un mejor control del tiempo entre la desinfección y el re-uso de los servicios (Unidades críticas). Los cultivos obtenidos a partir de estas áreas mostraron la presencia de bacterias con elevado potencial patógeno tales como: *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas putida*, en la Unidad de Cuidados Intensivos; *Escherichia coli* en la Unidad de Cuidados Especiales de Medicina; *Pseudomonas aeruginosa* y *Burkholderia cepacia* en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales; lo cual es un serio problema por el alto riesgo que significan estos microorganismos para el inicio de infecciones asociadas a la atención en salud. Ninguno de los desinfectantes logró alcanzar las exigencias del test de *Chambers* (eficacia germicida porcentual). Esto puede ser debido a que este test fue diseñado para probar la eficacia de desinfectantes frente a cepas ATCC; en el presente trabajo se utilizaron las cepas bacterianas que fueron aisladas de las superficies de áreas críticas, las cuales pueden de alguna manera no solo presentar mecanismos de resistencia frente a antibióticos sino también haber desarrollado esa resistencia frente a los desinfectantes. Los productos lograron efectos esperados a partir de 10 ó 15 minutos, siendo el Amonio cuaternario (Supersafe D), y el hipoclorito de sodio 1 %, los que alcanzaron mayor porcentaje de microorganismos destruidos por su acción a los 10 minutos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zeber J, Coppin J, Villamaria F, Williams M, Copeland L, Chatterjee P, et al. Use of ultraviolet irradiation in addition to commonly used hospital disinfectants or cleaners further reduces the bioburden on high-touch surfaces. *Open Forum Infect Dis* [Internet]. 2019; 6:1–5. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ofid/ofz529>
2. Pérez L, Fernández A, Olivera Y, Miranda Y, Rodríguez A. Infecciones nosocomiales y resistencia antimicrobiana. *Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias* [Internet]. 2019;18(1):1-17. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedinteme/cie-2019/cie191b.pdf>
3. Gaudichon, A, Astagneau P. Infecciones nosocomiales e infecciones asociadas a la atención sanitaria. *EMC-Tratado de Medicina* [Internet]. 2022; 26(2):1-8. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1636-5410\(22\)46451-8](https://doi.org/10.1016/S1636-5410(22)46451-8)
4. Llanos-Torres K, Pérez-Orozco R, Málaga G. Infecciones nosocomiales en unidades de observación de emergencia y su asociación con el hacinamiento y la ventilación. *Revista peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* [Internet]. 2020; 37(4): 721-5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2020.374.5192>
5. Cadnum J, Shaikh A, Piedrahita C, Sankar T, Jencson A, Larkin E, et al. Effectiveness of disinfectants against *Candida auris* and other *Candida species*. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2017;38(10):1240–3. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/ice.2017.162>
6. Chapoñan M, Limo J. Efecto inhibitorio *in vitro* de los extractos etanólicos de *Rosmarinus officinalis* L. “romero” y *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “tara” frente a cepas de *Escherichia coli* BLEE, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* [Tesis Especialidad en Biología]. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2022. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10129>
7. Fernández M, Peláez A. Sensibilidad de *Escherichia coli* ATCC 25922 frente a antisépticos y desinfectantes utilizados a nivel hospitalario [Tesis Especialidad Química Farmacéutica]. Cuenca. Universidad Católica de Cuenca; 2021. Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/10029>

8. Chimbo A. Resistencia de *Serratia marcescens* a desinfectantes utilizados en ambientes hospitalarios [Tesis de Especialidad Química Farmacéutica]. Cuenca: Universidad Católica de Cuenca; 2021. Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/10169>
9. Bravo M. Respuesta celular del amonio cuaternario en diferentes concentraciones al ser utilizado como sustancia antiséptica en preparaciones dentales [Tesis Especialidad Odontología]. Quito: Universidad Central de Ecuador; 2020. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21187>
10. Joris R, Marchisio M, Zacarías S, Vaccari M, La torre M, Mattio M, et al. Aspectos microbiológicos de la bioseguridad: conceptos generales. Argentina: Universidad Nacional del Litoral; 2020.
11. El Ouali Lalami A, Touijer H, El-Akhal F, Ettayebi M, Benchemsi N, Maniar S, et al. Microbiological monitoring of environment surfaces in a hospital in Fez city, Morocco. *J Mater Environ Sci* [Internet]. 2016; 7(1):123–30. Disponible en: https://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol7/vol7_N1/14-Lalami.pdf
12. García J, Romero R. Efecto de dos desinfectantes de uso hospitalario sobre el crecimiento in vitro de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* [Tesis Especialidad Química Farmacéutica]. Lima: Universidad Peruana Los Andes; 2019. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/409>
13. Diomedi A, Chacón A, Delpiano L, Hervé E, Jemenao I, Medel M, et al. Antisépticos y desinfectantes: apuntando al uso racional. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, Sociedad Chilena de Infectología. *Rev Chil Infectología* [Internet]. 2017; 34(2):156–74. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182017000200010>
14. Ministerio de Salud. Manual para la desinfección y esterilización hospitalaria [Internet]. Perú: Ministerio de Salud; 2002. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1444.pdf>
15. Ministerio de salud. Norma Técnica de Prevención y Control de Infecciones Intrahospitalarias [Internet]. Perú: Ministerio de Salud; 2008. Disponible en: http://bvs.minsa.gob.pe/local/dgsp/107_NORTECINFEC.pdf
16. Organización Panamericana de la Salud. Estado actual de la aplicación de los componentes básicos de prevención y control de infecciones en la región de las Américas [Internet]. Washington: OPS; 2022. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55923/9789275324974_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
17. Amini Tapouk F, Nabizadeh R, Mirzaei N. Comparative efficacy of hospital disinfectants against nosocomial infection pathogens. *Antimicrob Resist Infect Control* [Internet]. 2020; 9 (1): 115. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13756-020-00781-y>
18. Donaghy J, Jagadeesan B, Goodburn K, Grunwald L, Jensen O, Jaspers A, et al. Relationship of sanitizers, disinfectants, and cleaning agents with antimicrobial resistance. *J Food Prot* [Internet]. 2019;82(5):889-902. Disponible en: <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-373>
19. Wallace HA, Hammack TS. BAM: Food Sampling/Preparation of Sample Homogenate. En su: *Bacteriological Analytical Manual* [Internet]. Rockville: FDA; 2022. Disponible en: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-1-food-samplingpreparation-sample-homogenate>
20. Buchanan RL, Anderson W, Anelich L, Cordier JL, Dewanti-Hariyadi R, Ross T. eds. *Microorganisms in foods 7: microbiological testing in food safety management*. 2 ed [Internet]. Philadelphia: Springer Cham; 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68460-4>
21. Wand M, Bock L, Bonney L, Sutton J. Mechanisms of increased resistance to chlorhexidine and cross-resistance to colistin following exposure of *Klebsiella pneumoniae* clinical isolates to chlorhexidine. *Antimicrob Agents Chemother* [Internet]. 2017; (61)1: e01162-16. Disponible en: <https://doi.org/10.1128/AAC.01162-16>
22. Oscanoa J. Efecto de un protocolo de limpieza y desinfección sobre la calidad microbiológica en un laboratorio de fórmulas magistrales [Tesis especialidad de Química Farmacéutica]. Lima: Universidad Peruana Los Andes; 2020. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2281>
23. Tuuli M, Liu J, Stout M, Martin S, Cahill A, Odibo A, et al. A Randomized Trial Comparing Skin Antiseptic Agents at Cesarean Delivery. *N Engl J Med* [Internet]. 2016; 374 (7):647–55. Disponible en: <https://doi.org/10.1056/nejmoa1511048>
24. Wand M, Bock L, Bonney L, Sutton J. Mechanisms of Increased Resistance to Chlorhexidine and Cross-Resistance to Colistin following Exposure of *Klebsiella pneumoniae* Clinical Isolates to Chlorhexidine. *Antimicrob Agents Chemother* [Internet]. 2017; 61(1): e01162-16. Disponible en: <https://doi.org/10.1128/AAC.01162-16>
25. Anderson D, Podgorny K, Berríos-Torres I, Bratzler D, Dellinger E, Greene L, et al. Strategies to Prevent Surgical Site Infections in Acute Care Hospitals: 2014 Update. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2014; 35 (6):605–27. Disponible en: <https://doi.org/10.1086/676022>

26. Zagastizabal M. Eficacia de dos desinfectantes de uso hospitalario frente a biopelículas de *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* formadas sobre acero inoxidable [Tesis especialidad Química Farmacéutica]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2018. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/9986>

27. Magariños M, Penacca A, Reynaldo M, Castelo S, Martínez A, Demartini E, *et al.* Actividad antimicrobiana de germicidas halogenados frente a aislamientos hospitalarios. Acta Farm Bonaer [Internet]. 2001; 20 (3):197–203. Disponible en: http://www.latamjpharm.org/trabajos/20/3/LAJOP_20_3_1_6_AZ25G94MC9.pdf

28. Reynaldo M, Flores M, Viegas J, Magariños M. Efficacy of biocides against hospital isolates of *Staphylococcus* sensitive and resistant to methicillin, in the province of Buenos Aires, Argentina. Rev Panam Salud Publica [Internet]. 2004; 16 (3):187–92. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/s1020-49892004000900005>

29. Ramzi A, Oumokhtar B, Ez Zoubi Y, Filali Mouatasseem T, Benboubker M, El Ouali Lalami A. Evaluation of Antibacterial Activity of Three Quaternary Ammonium Disinfectants on Different Germs Isolated from the Hospital Environment. Biomed Res Int [Internet]. 2020;2020:6509740. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2020/6509740>

Financiamiento

Fondo concursable de la Universidad Privada Norbert Wiener.

Conflicto de intereses

Los autores manifiestan no existencia de conflicto de intereses.

Contribución de autoría

Juan Carlos Benites Azabache. Conceptualización, registro y conservación de datos que fueron posteriormente empleados para su análisis, gestión para la participación en el fondo concursable de la Universidad Norbert Wiener para la adquisición de fondos para el desarrollo de la investigación, investigación, metodología, gestión de recursos, redacción del informe final del trabajo de investigación.

Pedro Javier Navarrete-Mejía. Aplicación de técnicas estadísticas para analizar los datos del estudio, revisión crítica del informe final, investigación, redacción del borrador inicial, redacción del informe final del trabajo de investigación.

Ambos autores participamos en la discusión de los resultados y hemos leído, revisado y aprobado el texto final.