



REPORTE DE CASO

Study of case: Monitoring of the method of decontamination with chlorine dioxide in rooms previously occupied by patients colonized with multidrug-resistant *Acinetobacter*

Reporte de caso: Monitoreo del método de descontaminación con dióxido de cloro en habitaciones previamente ocupadas por pacientes colonizados con *Acinetobacter* multirresistente

Manuel Aparicio-Alonso¹  , Alma Guadalupe Avalos-Contreras¹  , Verónica Torres-Solórzano¹  

¹Centro Médico Jurica, Querétaro, México.

Citar como: Aparicio-Alonso M, Avalos-Contreras AG, Torres-Solórzano V. Study of case: Monitoring of the method of decontamination with chlorine dioxide in rooms previously occupied by patients colonized with multidrug-resistant *Acinetobacter*. Salud, Ciencia y Tecnología. 2024; 4:1162. <https://doi.org/10.56294/saludcyt20241162>

Enviado: 04-02-2024

Revisado: 09-05-2024

Aceptado: 20-07-2024

Publicado: 21-07-2024

Editor: Dr. William Castillo-González 

ABSTRACT

Contamination of hospital surfaces by patients colonized with *Acinetobacter* represents a risk of nosocomial infections. The imperative need to prevent intrahospital transmission and dissemination has prompted the implementation of approved agents with high biocidal capacity and low toxicity. In one hospital, it was documented in real time the safety of decontamination with ClO₂ at 60 ppm for 30 minutes in unoccupied inpatient rooms by antimicrobial culture and ATP bioluminescence assays. After decontamination, sampling of surfaces occupied by patients colonized with *Acinetobacter*, no viable culturable spores or metabolic activity was reported. At follow-up, previous and subsequent patients did not develop *Acinetobacter* infections, and no sign of microbiological contamination was observed after room decontamination. These results suggest that ClO₂ can be used as a safe and economical antimicrobial agent with feasibility for integration into medical practices.

Keywords: Decontamination; Nosocomial Infection; Chlorine Dioxide; *Acinetobacter* Infections.

RESUMEN

La contaminación de superficies hospitalarias por pacientes colonizados con *Acinetobacter* representa un riesgo a infecciones nosocomiales. La necesidad imperante de prevenir la transmisión y la diseminación intrahospitalaria ha llevado a la implementación de agentes aprobados con alta capacidad biocida y baja toxicidad. En un hospital, se documentó en tiempo real la seguridad de la descontaminación con ClO₂ a 60 ppm durante 30 minutos en las habitaciones de hospitalización desocupadas, mediante los análisis antimicrobianos de cultivo y bioluminiscencia ATP. Tras la descontaminación, en el muestreo de superficies ocupadas por los pacientes colonizados con *Acinetobacter* no se reportó esporas viables cultivables ni actividad metabólica. En el seguimiento, los pacientes previos y subsiguientes no desarrollaron infecciones por *Acinetobacter*, asimismo, después de la descontaminación de la habitación no se observó señal de contaminación microbiológica. Estos resultados sugieren que el ClO₂ puede emplearse como un agente antimicrobiano seguro y económico, con viabilidad para integrarse en prácticas médicas.

Palabras clave: Descontaminación; Infección Nosocomial; Dióxido de Cloro; Infecciones por *Acinetobacter*.

INTRODUCCIÓN

El *Acinetobacter* multirresistente es una amenaza nosocomial y un problema para la salud pública debido a su alto potencial de letalidad, su alta capacidad de propagación y la habilidad de formar biopelículas.⁽¹⁾ La presencia de pacientes colonizados y un entorno contaminado se consideran las principales vías de transmisión y de persistencia de la resistencia antibiótica en los hospitales.⁽²⁾ Por lo tanto, en el ámbito clínico, la contención y la seguridad higiénica se han convertido en prioridades, especialmente en lo que respecta a las superficies inertes y el entorno cercano a las instalaciones de atención al paciente.⁽³⁾

Sin embargo, la descontaminación de estas áreas se ve obstaculizada por los costos económicos de los agentes y la capacidad de antimicrobiana de los mismos. Por otro lado, el dióxido de cloro (ClO₂) es un compuesto inorgánico superoxidante, esterilizante y no mutagénico con la cualidad de penetrar en sitios reducidos.⁽⁴⁾ La aplicación ClO₂ ha sido respaldada como uno de los métodos esterilizantes económicamente viables, conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana, NOM-045-SSA2-2005, y la Organización Mundial de la Salud.

Considerando la importancia crucial que tiene el control de infecciones nosocomiales provocadas por *Acinetobacter* multirresistente y la evidencia consolidada de las propiedades antimicrobianas del ClO₂, hemos documentado la seguridad antimicrobiana del método de descontaminación con ClO₂ en las habitaciones del Centro Médico Jurica. Con el objetivo de proponer la integración del ClO₂ en las prácticas actuales para el control de infecciones.

MÉTODO

Protocolo de descontaminación por aerosoles

Después del egreso de cada paciente, la habitación fue descontaminada con la aspersión de ClO₂. El ClO₂ se generó por medio de la oxidación de clorito de sodio al 28 % (NaClO₂) con ácido clorhídrico (HCl) al 4 % como activador. La solución con concentración de 60 ppm, se preparó combinando 20 ml de ClO₂ a una concentración de 3,000 ppm con un litro de agua desionizada. Se utilizó el Sistema de Limpieza fijo Rainbow® Modelo RHCS19 con filtro de aire High Efficiency Particle Arresting, aplicando 1,000 mililitros de solución de ClO₂ a 60 ppm durante un ciclo de activación de 30 minutos.

Evaluación de actividad microbiana

Posterior al método de descontaminación, se llevó a cabo una replicación del cultivo con base en el patógeno detectado al ingreso del paciente, mediante un hisopado del colchón con los hisopos de transporte Transystem™. El valor control negativo de unidades formadoras de colonias (UFC) fue de < 2 UFC/cm².⁽⁵⁾ Además, después del método de descontaminación, se tomaron muestras de colchón o sillón reclinable utilizando los hisopos de análisis LUCIPAC™ para la detección de ATP en superficies. Cada hisopo se colocó en un iluminómetro EnSURE y se registró la lectura en unidades relativas de luz (URL).⁽⁶⁾ El valor de control de las URL para aprobar la descontaminación fue de < 5 URL/cm².

RESULTADOS

En el Centro Médico Jurica ingresaron a habitaciones de hospitalización dos pacientes con presencia de *Acinetobacter* multirresistente, ambos con diferente procedencia y en distinto periodo de tiempo. En el primer paciente se detectó *Acinetobacter baumannii*, el cual utilizó la habitación 1; en el segundo paciente se detectó *Acinetobacter baumannii complex* y *Acinetobacter haemolyticus*, el cual ocupó la habitación 2. Los patógenos exhibieron un fenotipo multirresistente con resistencia observada a más de tres familias de antibióticos (tabla 1).

Tabla 1. Pruebas de resistencia antibiótica de *Acinetobacter baumannii*

Habitación	Patógeno	Antibióticos resistentes	Antibióticos sensibles
Hab 2	<i>Acinetobacter baumannii complex</i> <i>Acinetobacter haemolyticus</i>	Ampicilina-Sulbactam	Levofloxacina
		Amicacina	Trimetropin-Sulfametazona
		Ceftriaxona	Colistina
		Ceftazidima	
		Cefotaxima	
		Ciprofloxacina	
		Cefepima	
		Ertapenem	
		Gentamicina	
		Imipenem	
		Meropenem	
		Tetraciclina	
		Tigeciclina	
		Tobramicina	

Hab 1	<i>Acinetobacter baumannii</i>	Ampicilina-Sulbactam Amicacina Ceftriaxona Ceftazidima Cefotaxima Ciprofloxacina Cefepima Gentamicina Levofloxacina Meropenem Trimetropin-Sulfametazona Tetraciclina Tigeciclina Tobramicina	Colistina
-------	--------------------------------	---	-----------

Para mostrar la seguridad antimicrobiana de la descontaminación con ClO₂ y la inexistencia de transmisión intrahospitalaria de *Acinetobacter* multirresistente, se presentan los microorganismos detectados al ingreso del paciente y la posterior actividad microbiana evaluada en superficie tras la descontaminación con ClO₂ de cada habitación. De la misma manera, para ampliar la documentación, se consideran a tres pacientes egresados que estuvieron antes y después de los pacientes colonizados con *Acinetobacter* (tabla 2).

Tabla 2. Registro de microorganismos detectados y actividad antimicrobiana después de la descontaminación con ClO₂ en superficies de uso frecuente por los pacientes. Se reporta sobre tres pacientes anteriores (pre) y tres pacientes posteriores (post) a la ocupación de la habitación por pacientes con presencia de *Acinetobacter*

Habitación	Paciente	Patógenos Detectados en Paciente	Superficie Cultivada	Re-cultivo selectivo	Superficie Muestreada	Prueba ATP
Hab 2	Previo A	<i>Streptococcus pneumoniae</i> y <i>Escherichia coli</i>	Colchón	< 2 UFC/cm ²	NA	NA
Hab 2	Previo B	<i>Clostridium difficile</i> GDH	Colchón	< 2 UFC/cm ²	Sillón reclinable	0
Hab 2	Previo C	<i>Candida albicans</i> y <i>Streptococcus anginosus</i>	Colchón	< 2 UFC/cm ²	NA	NA
Hab 2	Presencia <i>Acinetobacter</i>	<i>Streptophomonasmaltophilia</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> complex, <i>Acinetobacter haemolyticus</i> y <i>Staphylococcus aureus</i>	Colchón	< 2 UFC/cm ²	Sillón reclinable y colchón	0
Hab 2	Post A	Ninguno	NA	NA	Timbre PX	0
Hab 2	Post B	Ninguno	NA	NA	Mesa de PX	0
Hab 2	Post C	Ninguno	NA	NA	Manija	0
Hab 1	Previo A	IgG a Rubeola y Citomegalovirus	Colchón	< 2 UFC/cm ²	NA	NA
Hab 1	Previo B	SARS CoV-2	Colchón	< 2 UFC/cm ²	NA	NA
Hab 1	Previo C	Rinovirus y Enterovirus humano	Colchón	< 2 UFC/cm ²	NA	NA
Hab 1	Presencia <i>Acinetobacter</i>	<i>Clostridium difficile</i> GDH Toxina A-B, <i>Acinetobacter baumannii</i> y <i>Candida tropicalis</i>	Colchón	< 2 UFC/cm ²	Sillón reclinable y colchón	0
Hab 1	Post A	IgG a <i>Toxoplasma gondii</i> y Anti-Citomegalovirus	Colchón	< 2 UFC/cm ²	NA	NA
Hab 1	Post B	Ninguno	NA	NA	NA	NA
Hab 1	Post C	Ninguno	NA	NA	Colchón	0

DISCUSIÓN

El ClO₂ es un biocida económico de amplio espectro con bajo riesgo de toxicidad.⁽⁴⁾ Se ha demostrado que en concentraciones adecuadas el ClO₂ es selectivo por tamaño hacia microorganismos, debido a su capacidad para oxidar las proteínas y agotar las reservas de glutatión, lo que desencadena la apoptosis.⁽⁴⁾ Además, se ha confirmado que el método de descontaminación con ClO₂, tanto a concentraciones altas de 100 ppm por 15 s como a concentraciones extremadamente bajas de 0,01 ppm por 3 h, puede inactivar cepas de patógenos nosocomiales perjudiciales.^(7,8)

Debido a que *Acinetobacter* multirresistente forma biopelículas, la capacidad de sobrevivir en el mobiliario médico durante largos periodos de tiempo incrementa el riesgo de transmisión y diseminación.⁽⁹⁾ Lo anterior, exige estándares de limpieza hospitalarios rigurosos que evalúen la efectividad del método de la descontaminación. Se ha comprobado que la evaluación por cultivo con muestreo de superficies y/o análisis de bioluminiscencia ATP, son una forma viable de determinar en tiempo real la eficacia del método de descontaminación, en este estudio no se detectaron esporas viables en cultivo ni actividad metabólica por ATP en superficies.⁽¹⁰⁾ En futuros estudios, podría complementarse el empleo de análisis cuantitativos de biocontaminantes por reacción en cadena de la polimerasa.

Este monitoreo mostró la propiedad antimicrobiana del ClO₂ en un entorno de vida hospitalaria real contra un patógeno del grupo de importancia ESKAPE. La aspersión de ClO₂ a 60 ppm durante 30 min puede asegurar el control de infecciones por *Acinetobacter*, lo cual, satisface la demanda de descontaminación de superficies hospitalarias a bajo costo. Igualmente, el uso de pruebas complementarias mostró la seguridad antimicrobiana de la habitación para el próximo paciente y conservó la integridad del hospital.

CONCLUSIONES

Un monitoreo en un entorno hospitalario real confirmó la efectividad del método de descontaminación con dióxido de cloro. La aspersión del mismo a una concentración de 60 ppm por 30 min fue segura para el personal e inactivó a las cepas multirresistentes de *Acinetobacter*. Este trabajo se distingue al proponer un método económico y eficaz para descontaminar habitaciones de hospitalización.

REFERENCIAS

1. Richet H, Fournier PE. Nosocomial Infections Caused by *Acinetobacter baumannii* A Major Threat Worldwide. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2006;27(7):645-6.
2. Shelanah F, Gray T, Gottlieb T. Healthcare-acquired infections: prevention strategies. *Intern Med J.* 2017;47(12):1341-51.
3. Chemaly RF, Simmons S, Dale C, Ghantoji SS, Rodriguez M, Gubb J, et al. The role of the healthcare environment in the spread of multidrug-resistant organisms: update on current best practices for containment. *Ther Adv Infect Dis.* 2014;2(3-4):79-90.
4. Noszticzus Z, Wittmann M, Kály-Kullai K, Beregvári Z, Kiss I, Rosivall L, et al. Chlorine Dioxide Is a Size-Selective Antimicrobial Agent. *PLoS One.* 2013;8(11):e79157.
5. Dancer SJ. How do we assess hospital cleaning? A proposal for microbiological standards for surface hygiene in hospitals. *J Hosp Infect.* 2004;56(1):10-5.
6. Moore G, Smyth D, Singleton J, Wilson P. The use of adenosine triphosphate bioluminescence to assess the efficacy of a modified cleaning program implemented within an intensive care setting. *Am J Infect Control.* 2010;38(8):617-22.
7. Morino H, Futatsukame M, Miura T, Shibata T. Effect of extremely low-concentration gaseous chlorine dioxide against surface *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii* in wet conditions on glass dishes. *BMC Res Notes.* 2020;13(1):69.
8. Hinenoya A, Awasthi SP, Yasuda N, Shima A, Morino H, Koizumi T, et al. Chlorine Dioxide is a Better Disinfectant than Sodium Hypochlorite against Multi-Drug Resistant: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii*. *Jpn J Infect Dis.* 2015;68(4):276-9.
9. Espinal P, Martí S, Vila J. Effect of biofilm formation on the survival of *Acinetobacter baumannii* on dry surfaces. *J Hosp Infect.* 2012;80(1):56-60.

10. Sanna T, Dallolio L, Raggi A, Mazzetti M, Lorusso G, Zanni A, et al. ATP bioluminescence assay for evaluating cleaning practices in operating theatres: applicability and limitations. *BMC Infect Dis.* 2018;18(1):583.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: MAA y AAC.

Curación de datos: AAC y VTS.

Análisis formal: VTS.

Adquisición de fondos: MAA.

Investigación: MAA, AAC y VTS.

Metodología: MAA y AAC.

Administración del proyecto: MAA y AAC.

Recursos: MAA.

Supervisión: MAA.

Validación: MAA.

Visualización: MAA.

Redacción - borrador original: VTS.

Redacción - revisión y edición: MAA, AAC y VTS.