
















Caracterización fenotípica y perfil de sensibilidad de bacterias recuperadas de ambulancias de atención prehospitalaria de Medellín

Phenotypic characterization and sensitivity profile of bacteria recovered from prehospital care ambulances of medellín.

Clara Duque*¹  ; Claudia María Cuervo Araque¹  ; Catalina Villa Sánchez¹  ;
Mayra Alejandra Fuentes Vanegas¹  ; Juliana Tobón Ospina¹  ; Melisa Arroyave Rendón¹  ;
Jorge Antonio Sánchez Becerra²  

*clara.duque@colmayor.edu.co

Forma de citar: Duque C, Cuervo Araque CM, Villa Sánchez C, Fuentes Vanegas MA, Tobón Ospina J, Arroyave Rendón M, et al. Caracterización fenotípica y perfil de sensibilidad de bacterias recuperadas de ambulancias de atención prehospitalaria de Medellín. Salud UIS. 2023; 55: e23078. doi: <https://doi.org/10.18273/saluduis.55.e:23078> 

Resumen

Introducción: las bacterias patógenas con mecanismos de resistencia a antibióticos pueden ser adquiridas en las ambulancias cuando se presta un servicio de salud de emergencia. Esta situación puede generar infecciones asociadas al cuidado de la salud. **Objetivo:** realizar la caracterización fenotípica y el perfil de sensibilidad de bacterias recuperadas en ambulancias APH del municipio de Medellín. **Metodología:** se realizó un estudio descriptivo durante los años 2017 - 2019 en el que se incluyeron 10 ambulancias de Atención Prehospitalaria (APH) de la Secretaría de Salud de Medellín. Se realizó un muestreo de superficies y ambientes a las ambulancias y al personal de salud de APH (hisopado de manos). Se evaluó la presencia de microorganismos indicadores como mesófilos aerobios, coliformes totales, mohos y levaduras. Adicionalmente se determinó la presencia de microorganismos patógenos como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. A las bacterias recuperadas se les realizó identificación fenotípica y pruebas de sensibilidad mediante el Sistema Vitek 2 de Biomérieux®, además se emplearon medios cromogénicos de Biomérieux® para la detección de bacterias con mecanismos de resistencia de importancia clínica. **Resultados:** el 55,4 % de los aislados bacterianos corresponden a Cocos Gram positivos, 34,5 % a Bacilos Gram positivos y 10,1 % a Bacilos Gram negativos. La distribución por tipo de muestras fue: en los manipuladores, en el ambiente de la cabina y en la camilla predominaron los Cocos Gram positivos, en el botiquín los Bacilos Gram negativos. El principal género recuperado correspondió a *Bacillus* spp 25,9 %, seguido de *Staphylococcus* spp 22,3 %. A excepción de *Stenotrophomonas maltophilia* no se recuperaron bacterias con mecanismos de resistencia de importancia clínica. **Conclusión:** si bien no se recuperaron bacterias con mecanismos de resistencia de importancia clínica, la presencia

¹ Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Medellín, Colombia.

² Corporación Universitaria Adventista. Medellín, Colombia.

de *Stenotrophomonas maltophilia*, bacteria intrínsecamente resistente a los antibióticos, y asociada con infecciones hospitalarias, sugiere que es necesario evaluar los procesos de desinfección detalladamente y continuar con la vigilancia epidemiológica de los microorganismos presentes en las ambulancias.

Palabras clave: Ambulancias; Bacterias; Infecciones; MRSA; Antibacterianos; Unidades móviles de emergencia.

Abstract

Introduction: Pathogenic bacteria with antibiotic resistance mechanisms can be acquired in ambulances when an emergency health service is provided. This scenario can generate infections associated with health care. **Objective:** To perform the phenotypic characterization and sensitivity profile of bacteria recovered in APH ambulances in the municipality of Medellín. **Methodology:** A descriptive study was conducted during the years 2017-2019 which included 10 Prehospital Care (APH) ambulances from the Medellín Health Secretariat. Sampling of surfaces and environments was carried out on ambulances and health personnel from APH (hand swabs). The presence of indicator microorganisms such as aerobic mesophiles, total coliforms, molds and yeasts was evaluated. Additionally, the presence of pathogenic microorganisms such as *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* was determined. The recovered bacteria underwent phenotypic identification and susceptibility tests using the Biomérieux® Vitek 2 System, in addition Biomérieux® chromogenic media were used to detect bacteria with clinically important resistance mechanisms. **Results:** Gram positive Cocci were attributed to 55.4% of the bacterial isolates, 34.5% to Gram positive Bacilli and 10.1% to Gram negative Bacilli. The distribution of samples broke down as follows: Gram-positive Cocci predominated in the handlers, cabin area and on stretchers; Gram-negative Bacilli predominated in medicine cabinets. The main genus recovered corresponded to *Bacillus* spp 25.9%, followed by *Staphylococcus* spp 22.3%. With the exception of *Stenotrophomonas maltophilia*, no bacteria with resistance mechanisms of clinical importance were recovered. **Conclusion:** Although bacteria with resistance mechanisms of clinical importance were not recovered, the presence of *Stenotrophomonas maltophilia*, a bacteria intrinsically resistant to antibiotics and associated with hospital infections, suggests that it is necessary to evaluate disinfection processes in detail and continue epidemiological surveillance of microorganisms present in ambulances.

Keywords: Ambulances; Bacteria; Infections; MRSA; Antimicrobial; Emergency medical services.

Introducción

Debido a que las ambulancias son parte del entorno asistencial prehospitalario pueden ser un importante foco de contaminación bacteriana. Esto facilita la transmisión de enfermedades que puede afectar a los pacientes usuarios del servicio y generar en ellos infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS). Un paciente portador de bacterias patógenas puede contaminar la ambulancia a través de sus fluidos corporales durante el traslado prehospitalario. Además, contaminar al personal sanitario que no realice la higiene de manos de forma adecuada y de esta forma, generar fómites de bacterias patógenas que podrían infectar a otro paciente usuario de este servicio¹.

Las infecciones asociadas al transporte médico son cualquier tipo de infección adquirida como efecto directo de la exposición al ambiente de la ambulancia o transporte de servicio médico de emergencia. Muchos aspectos están involucrados como posibles factores de riesgo, dentro de los cuales encontramos, la

higiene del personal de la ambulancia, la frecuencia de contaminación del vehículo con patógenos potenciales y la no adherencia a los protocolos de desinfección entre otros. La combinación de los patógenos ambientales y los procedimientos que se le realizan a los pacientes en las ambulancias como medición de signos vitales, catéteres intravenosos e intubación endotraqueal se convierten en una fuente de diseminación de microorganismos². De esta forma las superficies y el personal de la ambulancia pueden contaminarse con bacterias multidrogo resistentes. Estudios previos han demostrado la presencia de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MRSA) y *Enterococcus* resistente a Vancomicina (VRE) en ambulancias, incluso se ha establecido la asociación entre la exposición a estos microorganismos y el desarrollo posterior de una infección². En un estudio realizado por Schaps et al. se encontró que los pacientes que acudieron al servicio de urgencias en ambulancia tenían casi 4 veces más probabilidades de tener MRSA o VRE dentro de los 30 días posteriores a su encuentro². Farhaldloo et al, en un estudio para evaluar

contaminación bacteriana en ambulancias encontraron que los Estafilococos coagulasa negativos fueron el agente bacteriano más comúnmente aislado del equipo (53 %)7. A su vez el estudio observacional realizado por Ro YS et al., en el cual se tomaron muestras de sangre, esputo, orina, fluidos corporales y exudado rectal de los pacientes cuando se sospechaba que tenían MRSA o VRE en el servicio de urgencias encontraron una alta prevalencia en pacientes transportados en ambulancias metropolitanas, la prevalencia de MRSA y VRE fue del 4,6 % y 1,5 %, respectivamente14.

Estas infecciones asociadas a la atención en salud son una carga para el Sistema de Salud y para la sociedad ya que pueden ocasionar estadías largas en un hospital, presión económica y sufrimiento a los pacientes3.

No son muchos los estudios realizados para la caracterización de las bacterias que contaminan los ambientes de las ambulancias, sin embargo, en países como Egipto, Irán, España, Arabia Saudita, Dinamarca, Alemania, Korea del Sur y Estados Unidos se ha realizado esta búsqueda. Estos estudios tuvieron en común los cultivos en agar sangre para la identificación de algunas bacterias, las muestras fueron tomadas con aplicador y a los aislamientos les realizaron estudios de sensibilidad a antibióticos por el método de difusión en disco4. Estudio realizado por El-Mokhtar May Hetta HF en Egipto permitió evidenciar que la mayor tasa de contaminación con bacterias patógenas se detectó en dispositivos de succión (75,8 %) y estetoscopios (67,7 %). Los estafilococos fueron los microorganismos más frecuentemente detectados ((n = 184)), seguidos de *Klebsiella* spp. ((n = 49)), *Escherichia coli* (n = 40), *Citrobacter* spp. (n = 7) y *Proteus* spp. (n = 6).

En cuanto a la resistencia a antibióticos el 46,1 % de *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina, mientras que el 20,4 % de los estafilococos coagulasa negativos eran resistentes a la meticilina. Además, el 36,7 % de *Klebsiella* spp. y el 27,5 % de *E. coli* eran productores de BLEE15. En Colombia pocos fueron los estudios encontrados en este tema, uno de ellos fue realizado por Álvarez et al. donde se evaluó la presencia de microorganismos en ambulancias antes y después de la aplicación de los protocolos de desinfección. Antes de la desinfección el 77,8 % de las muestras fueron positivas y después de la desinfección se disminuyó el recuento en el 33 % de las muestras, el lugar que más disminución presentó fue la puerta, en este estudio no se realizó la identificación a nivel de género y especie. Los microorganismos encontrados en la camilla, puerta y paredes de la ambulancia5 fueron tipo Cocos Gram

positivos, Bacilos Gram positivos y Bacilos Gram negativos. Todo lo anterior muestra la necesidad de aumentar los estudios para comprobar la presencia de patógenos potenciales en las ambulancias ya que ellos pueden contaminar al paciente y al personal de salud.

Otro problema importante es el incremento de la resistencia bacteriana por la presión selectiva debido al uso indiscriminado de antibióticos, principalmente en las instituciones de salud. Esto da lugar a la generación de cepas con mecanismos de resistencia que producen infecciones de difícil tratamiento, además existe el fenómeno de multiresistencia en muchas bacterias en el ámbito hospitalario. Entre las resistencias que más preocupan se encuentra la emergencia del *Staphylococcus aureus* resistente a la Meticilina, uno de los principales gérmenes asociados a la atención en salud. Las Enterobacterias son otro grupo bacteriano que ha incrementado su resistencia, principalmente por mecanismos que se diseminan con mucha facilidad, como la producción de enzimas de tipo betalactamasas y carbapenemasas, así como los Bacilos Gram negativos no fermentadores de la glucosa, por producción de estas últimas enzimas, principalmente en hospitales de gran complejidad6.

Existe poca información acerca de las bacterias que habitualmente se encuentran en el ambiente no estéril de una ambulancia y que pueden ser una potencial fuente de infección. El contacto con las superficies y ambiente no estéril de las ambulancias podría ser el responsable de llevar bacterias patógenas con mecanismos de resistencia del ambiente hospitalario al entorno familiar de los usuarios del servicio, y así facilitar la contaminación cruzada. Los mecanismos de resistencia han sido poco estudiados en las bacterias recuperadas de las ambulancias.

El objetivo de este trabajo fue realizar la caracterización fenotípica y el perfil de sensibilidad de bacterias recuperadas en ambulancias APH del municipio de Medellín.

Metodología

Diseño

Se realizó un estudio descriptivo durante los años 2017-2019, en el que se incluyeron 10 ambulancias de APH de la Secretaría de Salud de la ciudad de Medellín. Como prueba piloto se seleccionó una ambulancia perteneciente a la Corporación Universitaria Adventista para identificar los puntos de muestreo que representan alto riesgo de contaminación microbiana por el contacto

continuo durante la atención del paciente. Con relación a las características de la población atendida por el programa de Atención Prehospitalaria de la Secretaría de Salud de Medellín, la mayoría se concentra en el tipo de incidente-accidente de transporte terrestre (84,02%), con un rango de edad entre 20 a 34 años y en su mayoría hombres.

Condiciones de toma de muestras

Durante la prueba piloto se seleccionaron 7 puntos de muestreo: 1. Manijas ambulancias, 2. Camilla, 3. Botiquín, 4. Manos del paramédico, 5. Ambiente del cubículo, 6. Silla acompañante, 7. Baranda de sostenimiento. Conforme a los resultados obtenidos en la prueba piloto para cada ambulancia se realizaron los primeros 5 puntos de muestreo mencionados anteriormente, los cuales se seleccionaron teniendo en cuenta su nivel de criticidad al tener mayor contacto con el personal APH, pacientes y lugares con una posible carga microbiana alta. En cada punto se tomaron las muestras después de la atención del paciente y tras haber realizado el procedimiento habitual de limpieza y desinfección por parte del personal a cargo de cada ambulancia; teniendo en cuenta que el proceso de limpieza y desinfección terminal se realiza una vez a la semana; o si las condiciones del área lo ameritan se realiza antes del tiempo programado y al alta del paciente.

Recolección y procesamiento de muestras

Las muestras fueron tomadas y transportadas en condiciones de refrigeración y procesadas en un lapso de tiempo no mayor a 2 horas, en el Laboratorio de Control de Calidad (LACMA) de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia.

Toma de muestras de superficies

Las muestras para análisis de superficies se tomaron con un hisopo estéril, solución salina al 0,85% y delimitador con un área de 100 cm² para superficies regulares, según la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5230.

Toma de muestras de manos del personal

El frotis de manos (palma, dorso, espacios interdigitales y uñas) se le realizó al líder de la tripulación, utilizando un hisopo estéril humedecido con solución salina al 0,85%, según la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5230, para realizar la evaluación de Coliformes totales y *Escherichia coli*. La toma de muestra fue realizada después del proceso de higienización de manos.

Toma de muestras de ambientes

Las muestras para análisis microbiológico de ambientes se tomaron a través del método gravimétrico o sedimentación con un tiempo de exposición de las placas de petri de 15 minutos, según en la NTC 5230, para la evaluación de microorganismos mesófilos aerobios y mohos y levaduras. El área seleccionada fue la parte central de la cabina de la ambulancia, teniendo en cuenta su criticidad, debido a que es el lugar en el cual se transporta el paciente desde el lugar del accidente hasta su sitio de atención.

Cultivos microbiológicos

Una vez tomadas las muestras se procedió a realizar los cultivos microbiológicos de la siguiente manera, para la evaluación de mesófilos aerobios se utilizó agar PCA (Plate Count Agar marca Merck®); en coliformes totales se usó agar para coliformes (agar chromocult marca Merck®) y se incubaron a 35 °C ± 2 °C durante 48 horas, mientras que para mohos y levaduras, se utilizó agar glucosa 4% según Sabouraud (marca Merck®) incubado a 25 °C de 3 a 5 días. Adicionalmente se evaluaron microorganismos patógenos como *Staphylococcus aureus*, sembrado en agar Baird Parker (marca Merck®) y *Escherichia coli*, sembrado en agar para coliformes (agar chromocult marca Merck®) e incubados a 35 °C ± 2 °C durante 48 horas. En muestras de superficies se evaluaron microorganismos aerobios mesófilos, mohos y levaduras, coliformes totales, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

Para los ambientes se evaluaron microorganismos aerobios mesófilos, mohos y levaduras, para las muestras de frotis de manos del personal asistencial se evaluaron coliformes totales y *Escherichia coli*. Una vez transcurrido el tiempo de incubación se realizó el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) para cada medio de cultivo utilizado.

Identificación fenotípica

A todos los aislados bacterianos recuperados se les realizó subcultivo en Agar Sangre, se incubaron a 35 °C por 24 - 48 horas y se les realizó coloración de Gram, prueba de catalasa e identificación mediante el Sistema Vitek 2 de Biomérieux®, se siguieron las instrucciones del fabricante. Las tarjetas empleadas fueron, para Cocos y Bacilos Gram positivos VITEK 2 GP y para Bacilos Gram negativos VITEK 2 GN.

Perfil de sensibilidad

Se empleó el Sistema Vitek 2 de Biomérieux®, empleando Tarjetas VITEK® 2 AST y siguiendo las instrucciones del fabricante. Además, se utilizaron medios cromogénicos de Biomérieux® para la detección de bacterias con mecanismos de resistencia de importancia clínica como son: ChromID® MRSA para la detección de *Staphylococcus aureus* resistente a la Meticilina (SARM), CHROMID® ESBL para la detección de enterobacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) y CHROMID® CARBA para Enterobacterias productoras de carbapenemasas (EPC), incubados a 35°C por 24 - 48 horas. Estos medios cromogénicos fueron utilizados únicamente en las bacterias recuperadas, no se emplearon en todas las superficies.

Análisis estadístico

Se diseñó una base de datos en el programa Microsoft Excel V.19 y los datos se analizaron en el programa EPI INFO 7. Se realizó un análisis descriptivo de las variables estudiadas como recuento de microorganismos, presencia de bacterias, grupo bacteriano aislado, género y especies identificadas y perfil de sensibilidad. Los resultados se presentaron en tablas y gráficos. Las variables cualitativas se expresaron en frecuencias y porcentajes.

Resultados

Análisis microbiológico de muestras de ambientes, superficies y manos. (Figura 1)

Según la Figura 1 se puede observar que el 100 % de las superficies de mayor contacto con el exterior de la ambulancia (botiquín y manijas) presentaron recuentos de microorganismos indicadores. De igual forma las muestras del ambiente proveniente de la cabina de la ambulancia presentaron recuento de microorganismos de origen bacteriano y fúngico. Ninguna de las superficies ni de los líderes de la tripulación evaluados presentaron recuento de *Escherichia coli*. La camilla fue la única superficie que presentó recuento de *Staphylococcus aureus*. Para el caso del frotis de manos realizado a los líderes de la tripulación, se puede evidenciar que ninguno de los paramédicos presentó recuento de coliformes de origen total ni fecal.

Identificación fenotípica: De los 139 aislados bacterianos 77 (55,4 %) corresponden a Cocos Gram positivos, 48 (34,5 %) a Bacilos Gram positivos y 14 (10,1 %) a Bacilos Gram negativos. La distribución de las bacterias por tipo de muestras fue el siguiente: en los manipuladores el 100 % de los aislados corresponden a Cocos Gram positivos, en el ambiente de la cabina el 72,2 % a Cocos Gram positivos, 22,3 % a Bacilos Gram positivos, y el 5,5 % a Bacilos Gram negativos, en la camilla 52,7 % a Cocos Gram positivos, 28,9 % a Bacilos Gram positivos, y el 18,4 % a Bacilos Gram negativos, en las manijas 40,7 % a Cocos Gram positivos, 59,3 % a Bacilos Gram positivos y en el botiquín el 100 % a Bacilos Gram negativos. (Figura 2)

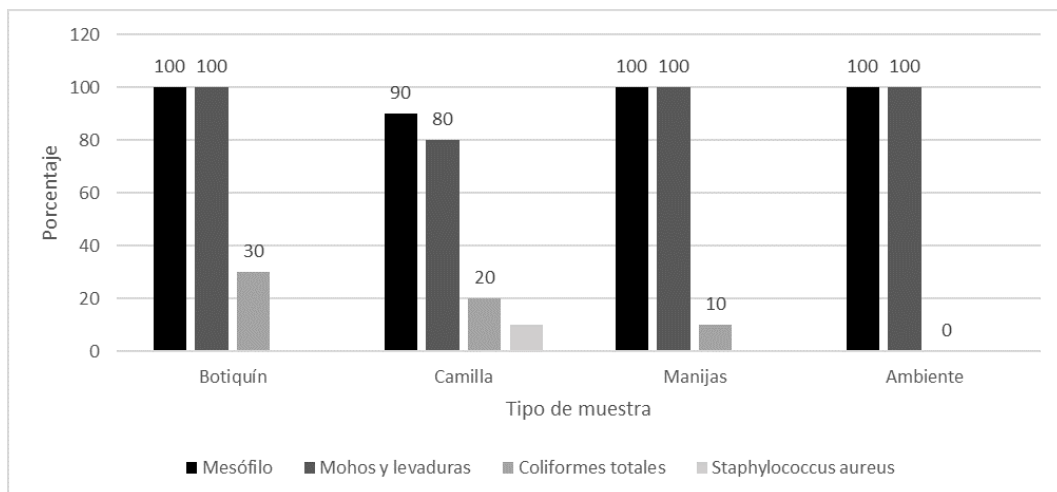


Figura 1. Porcentaje de muestras con recuento microbiano de acuerdo con el sitio de toma de muestra.

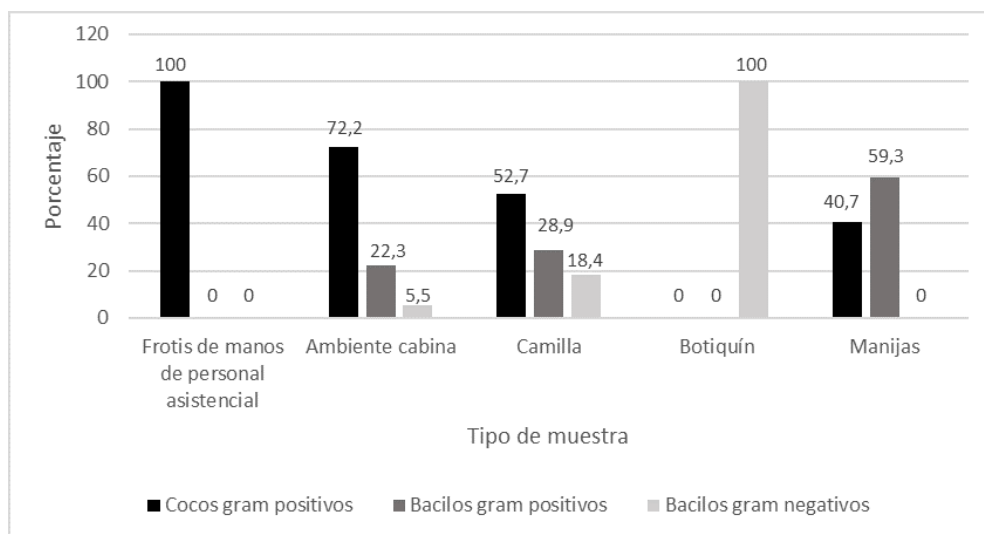


Figura 2. Distribución de bacterias por tipo de muestra

Dentro de los cocos Gram positivos el género más frecuentemente recuperado fue *Staphylococcus* spp 40,3 %, seguido de *Kocuria* spp 33,7 % (Tabla 1). El 75 % (n = 36) de los Bacilos Gram positivos corresponden al género *Bacillus* spp, seguido de *Lysinibacillus* spp 13 %, *Geobacillus* sp, *Alicyclobacillus* spp y *Paenibacillus* sp 4 % respectivamente (Tabla 2). De los bacilos Gram negativos recuperados, 9 (64,3 %) corresponden a *Stenotrophomonas maltophilia* y 5 (35,7 %) a *Pantoea* spp. Los aislados de *Stenotrophomonas maltophilia* fueron recuperados de 3 ambulancias en la baranda de la camilla, el botiquín y en una de ellas en el ambiente de la cabina, el 100 % presentó resistencia a Ampicilina, Ampicilina sulbactam, Cefazolina, Ceftriaxona, Cefepima, Ertapenem, mientras que el 100% fueron sensibles a Trimetropin sulfametoxazol.

Únicamente se obtuvo un aislado correspondiente a *Staphylococcus aureus*, el cual no presentó resistencia a meticilina y fue sensible a todos los antibióticos evaluados, en la (Tabla 3) se observa el perfil de sensibilidad de los aislados correspondientes a *Staphylococcus coagulasa* negativa, reflejándose a nivel general una buena sensibilidad a los antibióticos; para *Staphylococcus saprophyticus*, el 100 % de los aislados fueron sensibles a Gentamicina, Ciprofloxacino, Clindamicina, Tetraciclina y Trimetropin/Sulfametoxazol, adicionalmente en los aislados de *Staphylococcus saprophyticus* obtenidos no se encontró

resistencia inducida a Clindamicina, ni resistencia a Cefoxitin. En relación con la recuperación de bacterias con mecanismos de resistencia de importancia clínica mediante el uso de Medios cromogénicos en ChromID® MRSA no se recuperó SARM, en CHROMID® ESBL no se recuperaron Enterobacterias productoras de BLEEs y en el CHROMID® CARBA no se recuperaron EPC.

Tabla 1. Distribución por género de los Cocos Gram positivos recuperados de ambulancias APH.

Género	N° (%)
<i>Staphylococcus</i> spp	31 (40,3)
<i>Micrococcus</i> spp	26 (33,7)
<i>Kocuria</i> spp	18 (23,4)
<i>Streptococcus</i> spp	2 (2,6)
Total	77 (100)

Tabla 2. Frecuencia de distribución por género de los Bacilos Gram positivos.

Género	N° (%)
<i>Bacillus</i> spp	36 (75)
<i>Lysinibacillus</i> spp	6 (13)
<i>Geobacillus</i> spp	2 (4)
<i>Alicyclobacillus</i> spp	2 (4)
<i>Paenibacillus</i> spp	2 (4)
Total	48 (100)

Tabla 3. Porcentaje de sensibilidad a los antibióticos de las diferentes especies de *Staphylococcus* spp coagulasa negativa aislados de las ambulancias.

Especies	Antibióticos ^a							
	BP	AMP	GEN	CIP	CLI	CY	ERI	SXT
<i>S. warneri</i>	0	84.6	100	100	84.6	92.6	15.4	100
<i>S.saprophyticus</i>	89	100	100	100	100	67	100	100
<i>S.simulans</i>	100	100	100	100	100	100	0	100
<i>S. hominis</i>	100	100	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>S. lentus</i>	0	0	100	100	100	0	0	0
<i>S. cohnii urealyticus</i>	0	0	100	100	0	0	0	0
<i>S. capitis</i>	100	100	100	100	100	100	100	100

^a: BP: Bencilpenicilina, AMP: Ampicilina, GEN: Gentamicina, CIP: Ciprofloxacina, CLI: Clindamicina, TCY: Tetraciclina, ERI: Eritromicina, SXT: Trimetoprim sulfametoxazol, N.A: no aplica

Discusión

Un tema importante en el control de las IAAS es determinar la fuente de infección y los factores de riesgo que facilitan la permanencia de los microorganismos potencialmente patógenos en ambientes hospitalarios. Las ambulancias hacen parte de los ambientes hospitalarios externos que pueden convertirse en fuente de infección, por tal razón, los resultados de esta investigación proporcionaron información importante para el conocimiento de las bacterias que pueden estar presentes en las ambulancias de la ciudad de Medellín. En este estudio la presencia de coliformes totales en todas las muestras evaluadas, sugiere que, al tratarse de microorganismos indicadores de higiene, aumenta la probabilidad de encontrar microorganismos patógenos asociados a estas superficies. La camilla fue la única superficie en donde se presentó recuento de *S. aureus*, tal como se reporta en otros estudios realizados en ambulancias^{7,8}. Para el caso del botiquín, la presencia de microorganismos puede estar asociado al material con el cual está elaborado ya que facilita la acumulación de materia orgánica y por ende la persistencia de microorganismos. Por este motivo y por su alto nivel de exposición con el exterior y contacto con el paciente⁷ el botiquín se debe lavar y desinfectar con mayor frecuencia.

Respecto a los controles ambientales realizados al cubículo, los recuentos encontrados son moderados, lo cual está relacionado con la exposición constante a condiciones no controladas durante la prestación del servicio en las calles de la ciudad.

Los resultados obtenidos están relacionados a deficiencias en el proceso de limpieza y desinfección, teniendo en cuenta las múltiples variables asociadas a la

efectividad de los mismos y que ya han sido reportadas en otros estudios, dentro de las cuales encontramos: la concentración de las soluciones químicas empleadas, los tiempos de contacto, los periodos cortos para la atención entre pacientes, jornadas laborales extenuantes, material de la superficie, tipo de microbiota involucrada⁵.

En cuanto a la caracterización fenotípica y la evaluación de la sensibilidad a antibióticos de los aislados bacterianos obtenidos, en el presente estudio se encontró *Bacillus* spp, *Staphylococcus* spp coagulasa negativa, *Stenotrophomonas maltophilia*, lo cual coincide con un estudio realizado por Alves en 2009¹. *Stenotrophomonas maltophilia* es un Bacilo Gram negativo intrínsecamente resistente a los antibióticos, hecho que se explica por la presencia de genes de bombas de flujo, que los inactivan¹⁵; en el estudio realizado por Vikke et al. en ambulancias de Dinamarca⁹ encontraron *S. aureus*, *Enterococcus* y *Enterobacteriaceae*, además de dos aislados de *Staphylococcus aureus* resistentes a Metilicina (MRSA) y dos de *Enterococcus* resistentes a la Vancomicina (VRE), estos resultados difieren de los del presente estudio, ya que no se aisló ninguno de estos microorganismos y tampoco se recuperaron enterobacterias con fenotipo BLEEs. En el estudio de Farhadloo et al.¹⁰, los estafilococos coagulasa negativos fueron los agentes bacterianos más comúnmente aislados, lo cual está relacionado con los resultados hallados en esta investigación donde estos agentes bacterianos también representaron un importante porcentaje del 22,3 % y fueron los segundos agentes recuperados después del género *Bacillus* spp.

Los resultados también son acordes con los de Alrazeeni et al. donde los microorganismos más comúnmente recuperados en ambulancias correspondieron a *Bacillus*

spp y *Staphylococcus* coagulasa negativa, sin embargo, en dicho estudio recuperaron varias especies de enterobacterias y en el presente estudio únicamente se recuperó *Pantoea* spp¹¹.

Díaz et al.¹² concluyeron que, al implementar adecuados procedimientos de limpieza y desinfección y agentes químicos de amplio espectro en la descontaminación de las ambulancias, la carga microbiana disminuye en un alto porcentaje. El instructivo de limpieza y desinfección para las ambulancias evaluadas concebía la realización de desinfección al terminar cada servicio (limpieza rutinaria) con amonio cuaternario a 800 ppm, de equipos y superficies de alto contacto. Además, se realizaba aseo terminal una vez a la semana, en caso de no presentarse derrame de fluidos corporales en la ambulancia, que incluía el uso de detergente enzimático, con sistema dosificador empleando 30 ml de detergente por cada 4 litros de agua y posteriormente se realizaba desinfección con amonio cuaternario. En caso de presentarse derrame de fluidos en la ambulancia, esta era inmediatamente retirada de servicio para realización de aseo terminal.

Zuñiga et al.¹³, describieron que en el ambiente de una ambulancia se encuentran microorganismos que hacen parte de la microbiota ambiental y cutánea normal; sin embargo, por tratarse de un ambiente no estéril expuesto a pacientes en diferentes condiciones de salud, las ambulancias constituyen un reservorio donde persisten los microorganismos con potencial infeccioso, que pueden transmitirse de un paciente a otro¹³. Este hecho coincide con nuestro estudio donde, a excepción de *Stenotrophomonas maltophilia* no se recuperaron otros patógenos de importancia clínica que presentaran mecanismos de resistencia. Sin embargo, de acuerdo con los resultados microbiológicos obtenidos se pudo evidenciar deficiencias en el proceso de limpieza, lo anterior, basados en la presencia de microorganismos indicadores de higiene deficiente como lo son los coliformes totales, hecho que puede estar relacionado con baja adherencia al protocolo de limpieza y desinfección, bien sea por escasez de tiempo o disponibilidad oportuna de recursos.

No obstante, es importante seguir haciendo vigilancia de los aislados de potenciales patógenos en las ambulancias para poder garantizar seguridad a los pacientes transportados en ellas, como también hacer control de la adherencia a los protocolos y a la correcta aplicación de estos. Se sugiere hacer una identificación completa de todos los microorganismos en superficies, aire y personal en las ambulancias, además de evaluar

su sensibilidad para detectar el posible riesgo de transmisión de mecanismos de resistencia en las bacterias que contaminan estos vehículos y pacientes transportados en ellas.

Dentro de las limitaciones de este estudio encontramos que los medios cromogénicos no fueron utilizados para la toma de muestras, sino para la recuperación de los aislamientos.

Conclusiones

Si bien en el presente estudio no se encontraron *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MRSA), *Enterococcus* resistente a Vancomicina (VRE), *Pseudomonas* spp, Enterobacterias resistentes a carbapenems o productoras de BLEES, si se recuperó *Stenotrophomonas maltophilia*, bacilo Gram negativo intrínsecamente resistente a los antibióticos. Este se asocia con infecciones hospitalarias, por lo que se refuerza la importancia de hacer control de la adherencia a los protocolos de desinfección y vigilancia a los aislados bacterianos en las ambulancias, para poder garantizar seguridad a los pacientes transportados en ellas.

Contribución de los autores

1. Formulación de proyecto, participación en convocatoria interna Institución universitaria Colegio mayor de Antioquia y gestión del proyecto: CD y CMCA.
2. Muestreo y procesamiento de cultivos: CVS, MAFV, JTO y JASB.
3. Identificación fenotípica y perfiles de sensibilidad: CD, CMCA, CVS y MAR.
4. Análisis de la información y elaboración del artículo: CD, CMCA, CVS, MAFV, JTO, MAR y JASB.

Agradecimientos

A la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia por la financiación recibida para este proyecto y a la Secretaría de Salud del Municipio de Medellín por facilitar las ambulancias para la toma de muestras.

Consideraciones éticas

De acuerdo con la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud Protección Social de Colombia, esta investigación se considera sin riesgo. Se contó con el permiso institucional y se garantiza la confidencialidad de la información. Este proyecto se desarrolló en

convenio colaborativo celebrado entre la Secretaría de Salud de Medellín, la Corporación Universitaria Adventista y la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, en el marco del proyecto de evaluación, asesoría y asistencia técnica para el mejoramiento del proyecto de Atención Prehospitalaria de Medellín, para garantizar la seguridad y la calidad de la atención en el entorno de las ambulancias de la ciudad.

Conflicto de interés

Los autores manifestamos que no existe conflicto de intereses en el trabajo realizado.

Financiación

Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia.

Apoyo tecnológico de IA

Los autores certifican que no han utilizado inteligencia artificial modelos de lenguaje, *machine learning* o alguna tecnología similar como ayuda en la creación de este artículo.

Referencias

1. Alves DW, Bissell RA. Patógenos bacterianos en las ambulancias: resultados de una recogida de muestras no anunciada. *Prehospital Emergency Care* 2009; 2(1): 67-74.
2. Schaps D, Godfrey AW, Anderson DJ. Risk of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and vancomycin-resistant *Enterococcus* (VRE) acquisition during ambulance transport: A retrospective propensity-score-matched cohort analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2022; 43(4): 442-447. doi: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2003.08.004>
3. Olsson H, Olsson S, Sturesson L, Lindström V. Do we need a pandemic to improve hygiene routines in the ambulance service? A cross-sectional study. *Int Emerg Nurs*. 2022; 62. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ienj.2022.101171>
4. Obenza A, Cruz P, Buttner M, Woodard D. Microbial contamination on ambulance surfaces: a systematic literature review. *J Hosp Infect*. 2022; 122: 44-59. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.12.020>
5. Alvarez-Aldana A, Henao-Benavidez MJ, Laverde-Hurtado SC, Muñoz DM, López-Villegas ME, Soto-De León SC, et al. ¿Emergency ambulances potential source of infections? An assessment of cleaning and disinfection procedures. *Interdiscip J Epidemiol Pub Health* [Internet]. 2018; 1(2): e-014. doi: <https://doi.org/10.18041/2665-427X/ijeph.2.5368>
6. Fariña N. Resistencia bacteriana: un problema de salud pública mundial de difícil solución. *Mem Inst Investig Cienc Salud* [Internet]. 2016; 14(1): 4-5. doi: [https://doi.org/10.18004/Mem.iics/1812-9528/2016.014\(01\)04-005](https://doi.org/10.18004/Mem.iics/1812-9528/2016.014(01)04-005)
7. Farhadloo R, Shojaei S, Goodarzi-Fard J, Reza-Azadeh M, Parvaresh-Masoud M, Shouri-Bidgol A, et al. Evaluation of bacterial contamination on pre hospital ambulances in Qom University of Medical Sciences of Iran in 2015. *Arch Hyg Sci*. 2016; 5(3): 192-198.
8. Varona-Barquin A, Ballesteros-Peña S, Lorrio-Palomino S, Ezpeleta G, Zamanillo V, Eraso E, et al. Detection and characterization of surface microbial contamination in emergency ambulances. *Am J Infect Control*. 2017; 45(1): 69-71. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.05.024>
9. Vikke HS, Giebner M, Kolmos HJ. Prehospital infection control and prevention in Denmark: a cross-sectional study on guideline adherence and microbial contamination of surfaces. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2018; 26(1): 71. doi: <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0541-y>
10. Farhadloo R, Goodarzi Far JG, Azadeh MR, Shams S, Parvaresh-Masoud M. Evaluation of bacterial contamination on prehospital ambulances before and after disinfection. *Prehosp Disaster Med*. 2018; 33(6): 602-606. doi: <https://doi.org/10.1017/S1049023X1800095X>
11. Alrazeeni D, Al Sufi MS. Nosocomial infections in ambulances and effectiveness of ambulance fumigation techniques in Saudi Arabia. Phase I study. *Saudi Med J*. 2014; 35(11): 1354-1360.
12. Díaz C, Laverde C, Sánchez M. Las ambulancias como reservorios de microorganismos que favorecen el desarrollo de infecciones en atención prehospitalaria. [tesis]. Medellín, Colombia: Universidad CES; 2017. Disponible en: http://bdigital.ces.edu.co:8080/jspui/bitstream/10946/318/1/Ambulancias_como_reservorios.pdf
13. Zúñiga CIR, Caro LJ. Transportando infecciones nosocomiales: agentes patógenos en ambulancias. *Rev Enfer Infec Pediatr*. 2013; 26-27(103): 246-248.

14. Ro YS, Shin SD, Noh H, Cho SI. Prevalence of positive carriage of tuberculosis, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, and vancomycin-resistant Enterococci in patients transported by ambulance: a single center observational study. *J Prev Med Public Health*. 2012; 45(3): 174-180. doi: <http://doi.org/10.3961/jpmph.2012.45.3.174>
15. El-Mokhtar MA, Hetta HF. Ambulance vehicles as a source of multidrug-resistant infections: a multicenter study in Assiut City, Egypt. *Infect Drug Resist*. 2018; 24(11): 587-594. doi: <http://doi.org/10.2147/IDR.S151783>
16. Gil-Gil T, Martínez JL, Blanco P. Mechanisms of antimicrobial resistance in *Stenotrophomonas maltophilia*: a review of current knowledge. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2020; 18(4): 335-347. doi: <https://doi.org/10.1080/14787210.2020.1730178>