

Prevalencia y sensibilidad antimicrobiana de *Klebsiella pneumoniae* en un Hospital de Cardiología

Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Klebsiella pneumoniae* in a Cardiology Hospital

Jesús Ubaldo Peñaloza-Juárez^{1a}, Roxana Blanca Rivera-Leaños^{1b}, Edgar Cruz-García^{2c}, Luis Fernando Morales-Landeros^{3d}

Resumen

Introducción: la aparición mundial de cepas de *Klebsiella pneumoniae* (KP) multidrogorresistente es un problema de salud pública cada vez mayor para los países en desarrollo, como México. El conocimiento del escenario actual de prevalencia y resistencia antimicrobiana ayudará en el desarrollo de una política de uso de antibióticos para infecciones por KP.

Objetivo: determinar la prevalencia de KP BLEE y KP no BLEE, así como su perfil de sensibilidad a los antimicrobianos a partir de aislamientos de pacientes con infecciones asociadas a la atención sanitaria (IAAS) en un hospital de cardiología de tercer nivel.

Material y métodos: estudio observacional transversal descriptivo, se llevó a cabo en instalaciones del Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, se estudiaron todos los aislamientos de KP durante el periodo 2020 a 2023.

Resultados: de 1967 casos de IAAS, el 9.5% fueron aislamientos de KP, el 49% fueron KP BLEE y el 51% fueron KP no BLEE. En el perfil de sensibilidad antimicrobiana acumulada de KP BLEE se encontró una buena sensibilidad a amikacina, ertapenem y meropenem; para KP no BLEE se encontró una buena sensibilidad a amikacina, ertapenem, meropenem, cefalosporinas de tercera y cuarta generación.

Conclusiones: el monitoreo de la susceptibilidad antimicrobiana apoyará al médico tratante a tomar la mejor decisión para el tratamiento de estas infecciones, pues el uso imprudente de antibióticos ha hecho que hoy en día varias bacterias se vuelvan resistentes a estos.

Abstract

Background: The worldwide appearance of multidrug-resistant - (KP) strains is a growing public health problem for developing countries such as Mexico. Knowledge of the current scenario of antimicrobial prevalence and resistance will help in the development of an antibiotic use policy for KP infections.

Objective: To determine the prevalence of KP ESBL and non-ESBL KP, as well as their profile of susceptibility to antimicrobials from isolates from patients with healthcare-associated infections (HAIs) in a Third Level Cardiology Hospital.

Material and methods: Descriptive cross-sectional observational study, was carried out in the facilities of the Hospital de Cardiología CMN SXXI, all KP isolates were studied during the period 2020 to 2023.

Results: Of 1967 HAI cases, 9.5% were KP isolates, 49% were ESBL KP, and 51% were non-ESBL KP. In the cumulative antimicrobial susceptibility profile of KP ESBL, good sensitivity to amikacin, ertapenem, and meropenem was found; for non-ESBL KP, good sensitivity to amikacin, ertapenem, meropenem, and 3rd and 4th generation cephalosporins was found.

Conclusions: Monitoring antimicrobial susceptibility will support the treating physician in making the best decision for the treatment of these infections, since the imprudent use of antibiotics has made several bacteria become resistant to them today.

¹Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Hospital de Cardiología, Laboratorio Clínico. Ciudad de México, México

²Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Hospital de Cardiología, Servicio de Infectología. Ciudad de México, México

³Universidad Contemporánea de las Américas, Plantel Las Américas. Morelia, Michoacán, México

ORCID: 0000-0001-7573-2220^a, 0009-0009-1366-3675^b, 0000-0002-0815-5571^c, 0009-0008-8899-4850^d

Palabras clave

Klebsiella pneumoniae
Pruebas de Sensibilidad Microbiana
Ciencia del Laboratorio Clínico
Microbiología

Keywords

Klebsiella pneumoniae
Microbial Sensitivity Tests
Medical Laboratory Science
Microbiology

Fecha de recibido: 05/09/2023

Fecha de aceptado: 03/10/2023

Comunicación con:

Jesús Ubaldo Peñaloza Juárez

✉ jes.uba.pj@gmail.com

☎ 55 7414 7019

Cómo citar este artículo: Peñaloza-Juárez JU, Rivera-Leaños RB, Cruz-García E *et al.* Prevalencia y sensibilidad antimicrobiana de *Klebsiella pneumoniae* en un Hospital de Cardiología. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2024; 62 Supl 1:e5639. doi: 10.5281/zenodo.10790437

Introducción

La *Klebsiella pneumoniae* (KP) es una bacteria gram-negativa, encapsulada e inmóvil que causa infección en personas hospitalizadas inmunocomprometidas.^{1,2} Es responsable de diversas infecciones, incluidas: infecciones del tracto urinario, neumonía, bacteriemia, meningitis, infecciones de heridas y abscesos.^{3,4} Su patogenicidad está relacionada con muchos factores de virulencia, incluida su capacidad para adquirir fácilmente resistencia contra múltiples antibióticos. La KP es conocida por su alta frecuencia y diversidad de genes de resistencia a los antimicrobianos.⁵

La aparición mundial de cepas de KP multidrogorresistente (MDR) es un problema de salud pública cada vez mayor para los países en desarrollo, como México, donde los recursos son escasos.⁶ Sus aislamientos poseen varios mecanismos para evadir la actividad de los fármacos betalactámicos, como las penicilinas, las cefalosporinas y los carbapenémicos, medicamentos prescritos de forma rutinaria y en entornos de cuidados intensivos. Estos mecanismos incluyen la producción de betalactamasas de espectro extendido (BLEE). Las BLEE representan un grupo importante de betalactamasas bacterianas que pertenecen al subgrupo funcional 2be de Bush-Jacoby y a la clase A de Ambler, que conservan la capacidad de hidrolizar y hacer que las penicilinas, las oximinocefalosporinas (cefotaxima, ceftazidima y ceftriaxona) y los monobactámicos (aztreonam) sean ineficaces.⁷

Los factores de riesgo descritos y asociados con la infección por KP BLEE son: la enfermedad subyacente grave, el tratamiento a largo plazo con múltiples antibióticos, la duración prolongada de la estancia hospitalaria, la intervención quirúrgica, la manipulación y la presencia de catéteres intravenosos permanentes. La ventilación mecánica y la intubación endotraqueal son los factores de riesgo asociados con las infecciones que más se observan en las unidades de cuidados intensivos.⁸

Las cepas MDR son responsables de infecciones graves y del aumento de la morbilidad y la mortalidad, algunos estudios reportan una mortalidad del 14% por bacteriemia por KP no BLEE y del 68 % por bacteriemia por KP BLEE. También se ha demostrado que este tipo de infección aumenta la estancia de los pacientes hospitalizados, produciendo un impacto económico significativo para el sector salud. Además de la aparición de KP BLEE, el uso indiscriminado de antibióticos plantea preocupaciones sobre la resistencia antimicrobiana y el fracaso del tratamiento.⁹

Actualmente no se cuenta con información regional sobre la prevalencia y el perfil de sensibilidad antimicrobiana de la KP. El conocimiento del escenario actual de prevalencia y

resistencia a los fármacos, las cuales parecieran tener una tendencia al alta en los últimos años en nuestro medio hospitalario, a comparación de otros agentes infecciosos, ayudará en el desarrollo de una política de uso de antibióticos para la infección causada por KP BLEE. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es determinar la prevalencia de KP BLEE y KP No BLEE, así como su perfil de sensibilidad a los antimicrobianos a partir de aislamientos de pacientes con infecciones asociadas a la atención sanitaria (IAAS) en un hospital de cardiología de tercer nivel, siguiendo las recomendaciones de *The Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI M39 2022).¹⁰

Material y métodos

Estudio observacional transversal descriptivo. Este estudio fue aprobado por el Comité Local de Investigación en Salud N° 3604 de la Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) Hospital de Cardiología (HC), del Centro Médico Nacional Siglo XXI (CMNSXXI) del Instituto Mexicano del Seguro Social con número de registro R-2023-3604-030. El estudio se llevó a cabo en instalaciones de la propia UMAE HC CMNSXXI, donde se estudiaron todos los aislamientos de KP durante el periodo de enero 2020 a julio 2023 por conveniencia, y se calculó su prevalencia puntual entre el total de IAAS dentro del mismo periodo comprendido.

Se obtuvieron de la base de datos de la Unidad de Vigilancia Epidemiológica Hospitalaria los casos confirmados, de acuerdo con los criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-045-SSA2-2005, Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las infecciones nosocomiales.¹¹ De los casos de IAAS durante el periodo de estudio se seleccionaron aquellos que cumplieron los criterios de inclusión, es decir, casos con aislamiento microbiológico de KP. Posteriormente se recabó el reporte de microbiología del Laboratorio Clínico, realizado por sistema VITEK 2 (BioMérieux, Francia), para describir y evaluar la sensibilidad antimicrobiana, de acuerdo con los criterios de la CLSI M39 (2022),¹⁰ con el fin de elaborar tablas de sensibilidad antimicrobiana acumulada y, posteriormente, realizar un semáforo colorimétrico para su fácil interpretación.

Se agruparon los aislamientos de acuerdo con el fenotipo de producción de BLEE (aislamientos de KP BLEE y aislamientos de KP no BLEE) para su comparación con relación al perfil de sensibilidad, categorización multidrogorresistente (MDR, aislamiento no sensible a ≥ 1 droga en ≥ 3 categorías antimicrobianas) o extremadamente drogorresistente (XDR, aislamiento no sensible a ≥ 1 droga en todas las categorías excepto ≤ 2),¹² sitio anatómico de aislamiento, tipo de infección y localización hospitalaria. Las variables cualitativas se expresaron en gráficas de frecuencia simple

y porcentajes. Para la estadística descriptiva de la sensibilidad antimicrobiana acumulada, los resultados se presentaron en tablas de frecuencia acumulada y porcentajes.

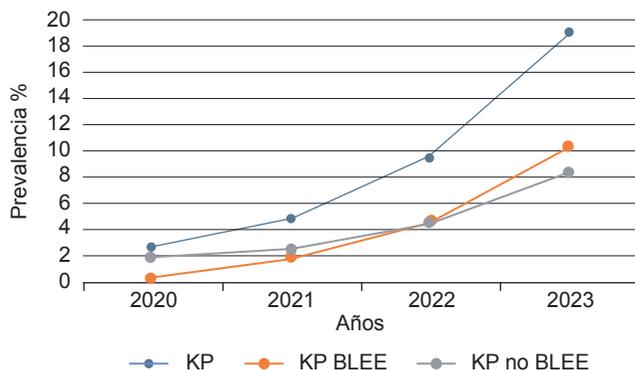
El tamaño de la muestra se obtuvo a partir de todos los casos confirmados de IAAS durante el periodo de 2020-2023, y los aislamientos microbiológicos de los cultivos con desarrollo de KP. Los casos que cumplieron con los criterios de exclusión, es decir, aquellos casos de infección importada (la que haya sido referida de otra unidad hospitalaria o que haya sido detectada dentro de las primeras 48 horas desde el ingreso hospitalario del paciente), así como los aislamientos duplicados y/o incompletos fueron descartados.¹¹ Finalmente, los datos fueron recolectados y analizados utilizando el paquete estadístico SPSS® (versión 29).

Resultados

De 1967 casos de IAAS durante el periodo 2020-2023, 186 fueron aislamientos de KP, calculando así una prevalencia de 9.5% (92 [4.7%] KP BLEE, 94 [4.8%] KP no BLEE). La prevalencia anual de aislamientos de KP BLEE y KP no BLEE, en relación con las tasas anuales de IAAS globales (2020 tasa por 100 egresos de 7.6, 2021 tasa por 100 egresos de 10.75, 2022 tasa por 100 egresos de 12.8, 2023 tasa por 100 egresos de 11.31), se presenta en la figura 1.

De los 186 aislamientos de KP, 92 (49%) fueron KP BLEE y 94 (51%) fueron KP no BLEE. El 28% de los aislamientos fueron categoría MDR (43 [23%] KP BLEE, 10 [5%] KP no BLEE) y el 25% fueron XDR (45 [24%] KP BLEE, 2 [1%] KP no BLEE). Los sitios anatómicos donde se realizaron los aislamientos fueron en su mayoría vías respirato-

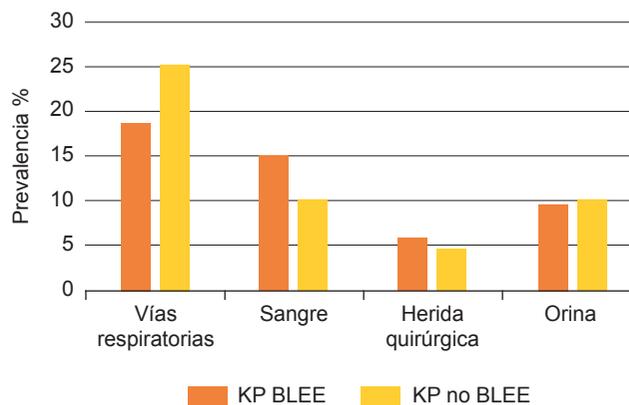
Figura 1 Prevalencia de IAAS por *Klebsiella pneumoniae* en HC CMNSXXI 2020-2023



Fuente: elaboración propia. La línea azul corresponde al porcentaje de casos de IAAS por KP a través de los años, la línea naranja corresponde al porcentaje de casos por KP BLEE y la línea gris corresponde al porcentaje de casos por KP no BLEE

rias (35 [19%] KP BLEE, 47 [25%] KP no BLEE), sangre (28 [15%] KP BLEE, 19 [10%] KP no BLEE), orina (18 [10%] KP BLEE, 19 [10%] KP no BLEE) y heridas quirúrgicas (11 [6%] KP BLEE, 9 [5%] KP no BLEE) (figura 2).

Figura 2 Distribución de *Klebsiella pneumoniae* por sitio anatómico de aislamiento



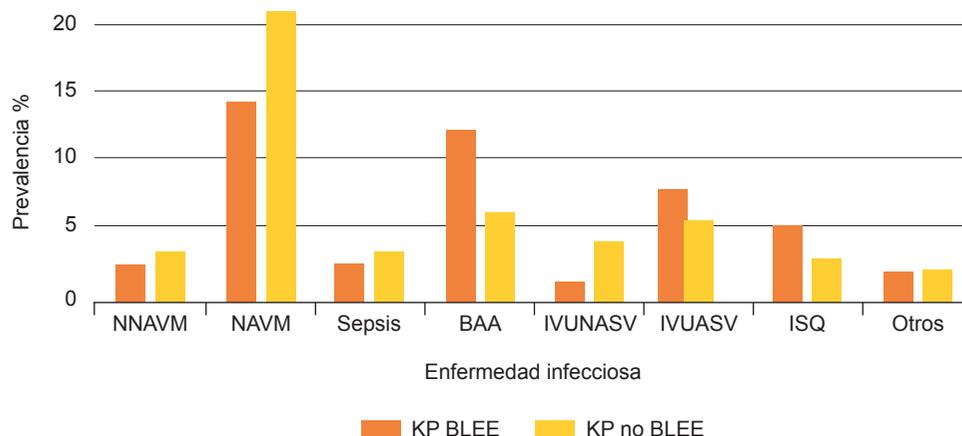
Fuente: elaboración propia. Las columnas naranjas corresponden a porcentajes de aislamientos de KP BLEE, las columnas amarillas corresponden a porcentajes de aislamientos de KP no BLEE

Las enfermedades infecciosas por KP diagnosticadas con mayor frecuencia fueron: neumonía asociada a ventilación mecánica (27 [15%] KP BLEE, 39 [21%] KP no BLEE), bacteriemia asociada a angioacceso (23 [12%] KP BLEE, 12 [6%] KP no BLEE), infección de vías urinarias asociada a sonda vesical (15 [8%] KP BLEE, 11 [6%] KP no BLEE), infección de sitio quirúrgico (10 [5%] KP BLEE, 6 [3%] KP no BLEE), neumonía no asociada a ventilación mecánica (5 [3%] KP BLEE, 7 [4%] KP no BLEE), sepsis (5 [3%] KP BLEE, [7] 4% KP no BLEE), infección de vías urinarias no asociada a sonda vesical (3 [2%] KP BLEE, 8 [4%] KP no BLEE) y otras (4 [2%] KP BLEE, 4 [2%] KP no BLEE) (figura 3).

El área hospitalaria donde se obtuvieron los aislamientos fue en mayor frecuencia de terapia postquirúrgica (51 [27%] KP BLEE, 49 [26%] KP no BLEE), piso de hospitalización (23 [12%] KP BLEE, 25 [13%] KP no BLEE) y unidad de cuidados intensivos coronarios (18 [10%] KP BLEE, 20 [11%] KP no BLEE) (figura 4).

En cuanto al perfil de sensibilidad antimicrobiana acumulada de KP BLEE, según sitio anatómico de aislamiento, se encontró una buena sensibilidad a amikacina (91-100%), ertapenem (89-100%) y meropenem (93-100%); sensibilidad nula o casi nula para ampicilina (0-5%), ampicilina/sulbactam (0-14%), cefalosporinas de tercera y cuarta generación (0-7%), quinolonas (6-45%), nitrofurantoína (6-17%) y trimetoprim/sulfametoxazol (3-22%). En el perfil

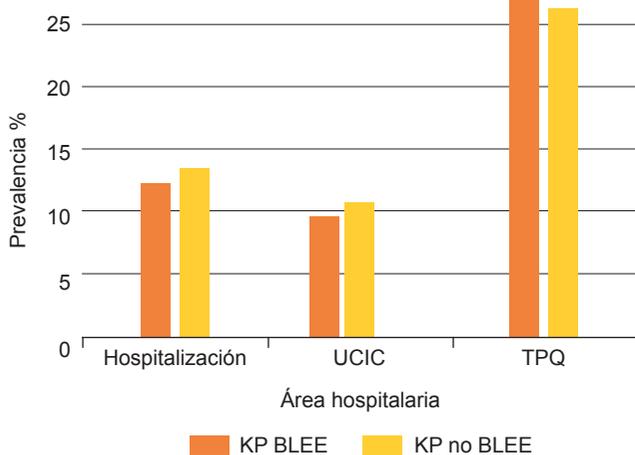
Figura 3 Distribución de enfermedades infecciosas por *Klebsiella pneumoniae*



Fuente: elaboración propia. Columnas naranjas corresponden a porcentajes de aislamientos de KP BLEE, columnas amarillas corresponden a porcentajes de aislamientos de KP no BLEE

NNAVM: neumonía no asociada a ventilación mecánica; NAVM: neumonía asociada a ventilación mecánica; BAA: bacteriemia asociada a angioacceso; IVUNASV: infección de vías urinarias no asociada a sonda vesical; IVUASV: infección de vías urinarias asociada a sonda vesical; ISQ: infección de sitio quirúrgico

Figura 4 Distribución de IAAS por *Klebsiella pneumoniae* por área hospitalaria



Fuente: elaboración propia. Las columnas naranjas corresponden a porcentajes de aislamientos de KP BLEE, las columnas amarillas corresponden a porcentajes de aislamientos de KP no BLEE

UCIC: unidad de cuidados intensivos coronarios; TPQ: terapia postquirúrgica

de sensibilidad antimicrobiana acumulada de KP no BLEE según sitio anatómico de aislamiento, se encontró una buena sensibilidad a amikacina (89-100%), ertapenem (89-100%), meropenem (78-100%), cefalosporinas de tercera y cuarta generación (78-100%); sensibilidad media para quinolonas (67-100%) y ampicilina/sulbactam (78-89%); sensibilidad nula o casi nula para ampicilina (0-5%) y nitrofurantoína (22-63%) (cuadro I).

En cuanto al perfil de sensibilidad antimicrobiana acumulada de KP BLEE, según área hospitalaria de aislamiento, se encontró una buena sensibilidad a amikacina (89-100%), ertapenem (89-100%) y meropenem (89-100%); sensibilidad nula o casi nula para ampicilina (2-5%), ampicilina/sulbactam (4-11%), cefalosporinas de 3° y 4° generación (0-6%), quinolonas (4-50%), nitrofurantoína (6-12%) y trimetoprim/sulfametoxazol (0-13%). En el perfil de sensibilidad antimicrobiana acumulada de KP no BLEE, según área hospitalaria de aislamiento, se encontró una buena sensibilidad a amikacina (90-100%), ertapenem (98-100%), meropenem (94-100%), cefalosporinas de tercera y cuarta generación (85-100%); sensibilidad media para quinolonas (82-100%) y ampicilina/sulbactam (80-88%); sensibilidad nula o casi nula para ampicilina (0-5%) y nitrofurantoína (30-37%) (cuadro II).

Adicionalmente, se presenta un tercer cuadro de perfil de sensibilidad acumulada de KP BLEE y KP no BLEE por año de aislamiento (anexo 1).

Discusión

El presente estudio demostró que la prevalencia de KP, principalmente KP BLEE, muestra una tendencia al aumento durante los últimos años, siendo esto un hallazgo consistente con el reporte de la Red PUCRA y otros estudios similares realizados en México,^{13,14} así como con otros estudios publicados alrededor del mundo.^{15,16} La baja prevalencia durante el periodo 2020-2021, con un posterior incremento exponencial durante 2022-2023, según lo des-

Cuadro I Semáforo de perfil de sensibilidad acumulada de KP BLEE y KP no BLEE por sitio anatómico de aislamiento

Antibiótico	Vías respiratorias		Sangre		Herida quirúrgica		Orina	
	KP BLEE	KP no BLEE	KP BLEE	KP no BLEE	KP BLEE	KP no BLEE	KP BLEE	KP no BLEE
Amikacina	91	100	96	95	100	89	94	95
Ampicilina	0	2	0	0	0	0	0	5
Ampicilina/sulbactam	3	83	14	89	0	78	6	84
Cefalotina	0	94	0	95	0	89	0	95
Cefepima	3	98	7	100	0	78	0	100
Cefotaxima	0	96	0	100	0	89	0	100
Ceftarolina	0	98	0	100	0	78	0	100
Ceftazidima	3	98	0	100	0	78	0	100
Ceftriaxona	3	98	0	100	0	78	0	100
Cefuroxima (oral)	0	94	0	95	0	78	0	100
Cefuroxima (otra)	0	94	0	95	0	78	0	100
Ciprofloxacino	6	87	11	84	9	67	6	100
Ertapenem	97	100	89	100	100	89	100	100
Gentamicina	26	96	29	100	9	78	44	84
Meropenem	94	98	93	100	100	78	100	95
Nitrofurantoina	6	30	11	63	9	22	17	26
Norfloxacina	37	98	43	100	45	89	22	100
Trimetoprim/sulfametoxazol	3	91	4	84	9	89	22	79

Semaforización de sensibilidad antimicrobiana. Sensibilidad acumulada mayor al 90% en color verde, sensibilidad entre 80-89% color amarillo, sensibilidad menor al 80% color rojo

Cuadro II Semáforo de perfil de sensibilidad acumulada de KP BLEE y KP no BLEE por área hospitalaria de aislamiento

Antibiótico	Hospitalización		UCIC		TPQ	
	KP BLEE	KP no BLEE	KP BLEE	KP no BLEE	KP BLEE	KP no BLEE
Amikacina	100	100	89	90	94	98
Ampicilina	0	0	0	5	0	2
Ampicilina/sulbactam	9	88	11	80	4	84
Cefalotina	0	100	0	85	0	94
Cefepima	0	100	0	100	6	94
Cefotaxima	0	100	0	100	0	94
Ceftarolina	0	100	0	100	0	94
Ceftazidima	0	100	0	100	2	94
Ceftriaxona	0	100	0	100	2	94
Cefuroxima (oral)	0	100	0	90	0	92
Cefuroxima (otra)	0	100	0	90	0	92
Ciprofloxacino	13	100	11	85	4	82
Ertapenem	100	100	89	100	96	98
Gentamicina	43	92	28	95	22	92
Meropenem	100	100	89	95	96	94
Nitrofurantoina	9	36	6	30	12	37
Norfloxacina	30	100	50	100	35	96
Trimetoprim/sulfametoxazol	13	92	0	75	8	90

Semaforización de sensibilidad antimicrobiana. Sensibilidad acumulada mayor al 90% en color verde, sensibilidad entre 80-89% color amarillo, sensibilidad menor al 80% color rojo

UCIC: unidad de cuidados intensivos coronarios; TPQ: terapia postquirúrgica

crito por varios estudios, podría explicarse por el efecto de la pandemia de COVID-19 sobre la resistencia a antibióticos, pues esto está particularmente relacionado con las altas tasas de uso de antibióticos en pacientes con COVID-19 con una tasa relativamente baja de coinfección o infección bacteriana secundaria, propiciando así un rápido aumento de microorganismos MDR, incluida la KP BLEE.^{17,18} Los aislamientos de KP BLEE tienen una mayor tendencia a ser MDR o XDR, en comparación de los aislamientos de KP no BLEE, dado a su definición de poseer resistencia a penicilinas, cefalosporinas y monobactámicos; además, en nuestro estudio se encontró que los aislamientos de KP BLEE también presentaron resistencia a otros grupos de antibióticos, como: quinolonas, nitrofurantoína y trimetoprim/sulfametoxazol. Se ha descrito en la literatura que esto se debe a que los genes de BLEE se encuentran en plásmidos que también portan genes que confieren resistencia a otras clases de antibióticos no betalactámicos clínicamente importantes, por lo tanto, es común que las cepas de KP-BLEE solo sean sensibles a carbapenémicos y a algunos aminoglucósidos.^{19,20}

El principal sitio anatómico donde se aisló KP fueron las vías respiratorias, donde la mayoría de los aislamientos son KP no BLEE. Cabe destacar el hallazgo de que en los aislamientos de sangre y de heridas quirúrgicas la KP BLEE es la que predomina. Esto se puede deber a que este tipo de bacterias son capaces de tener factores de virulencia que les provee una mayor patogenicidad, como la formación de biofilm, logrando infectar estos sitios con mayor facilidad a comparación de KP no BLEE.^{21,22} Aunado a esto, las principales enfermedades infecciosas ocasionadas por KP fueron neumonía asociada a ventilación mecánica, donde predominó la KP no BLEE, así como bacteriemia asociada a angioacceso e infección de vías urinarias asociada a sonda vesical, donde predominó la KP BLEE. Según varios autores, estos hallazgos podrían deberse a que la KP BLEE tiene como factores de riesgo la manipulación y presencia de dispositivos invasivos (catéteres y sondas).^{23,24} En este estudio también se encontró que la mayoría de los aislamientos de KP eran provenientes de la terapia postquirúrgica, siendo más frecuente la presencia de KP BLEE. Según varios autores, el antecedente de cirugía, la presencia de enfermedades subyacentes, así como el uso de dispositivos invasivos comunes en pacientes de estas unidades de terapia intensiva, son factores de riesgo para que un paciente presente infección por KP BLEE.^{25,26}

La sensibilidad antimicrobiana acumulada fue similar a la presentada por otros autores, quienes también condujeron estudios en hospitales de tercer nivel,^{27,28} donde para el caso de KP BLEE los antibióticos que presentan una buena sensibilidad son amikacina, ertapenem y meropenem para aislamientos de vías respiratorias, sangre, heridas quirúr-

gicas y orina, mientras que para el caso de KP no BLEE, los antibióticos que presentan una adecuada sensibilidad son amikacina, cefalosporinas de tercera y cuarta generación, carbapenémicos y quinolonas. Cabe destacar que, en nuestro estudio, los aislamientos de KP no BLEE de heridas quirúrgicas presentaron un menor porcentaje de sensibilidad ante cefalosporinas, esto puede ser debido a que en este grupo se encontraron dos aislamientos de la categoría XDR, por lo tanto, es importante generalizar estos resultados con cautela.

La sensibilidad antimicrobiana acumulada según el área hospitalaria también mostró un comportamiento similar, donde los aislamientos de KP BLEE y KP no BLEE de pacientes en piso de hospitalización presentaron mayores porcentajes de sensibilidad a comparación de los aislamientos de pacientes en terapias intensivas. Esto, como se comentó previamente, se puede deber a factores de riesgo para presentar KP BLEE presentes en pacientes con estancia en estas áreas de cuidados intensivos.

Las debilidades de este estudio son la imposibilidad de generalizar hallazgos, la restricción del análisis a un solo tipo de organismo y la imposibilidad de establecer factores de riesgo asociados a las IAAS por KP. Por otra parte, la principal fortaleza de este estudio es la aportación de los reportes de sensibilidad antimicrobiana acumulada útiles para la toma de decisiones en nuestro ámbito hospitalario. Es importante continuar con la realización de un estudio y descripción de los factores de riesgo presentes en la población del HC CMN SXXI para padecer infecciones por KP BLEE y otras bacterias MDR, esto con el fin de ayudar a los médicos tratantes de pacientes cardiológicos a llevar a cabo una pronta identificación de estas infecciones y emplear un adecuado tratamiento empírico.

Conclusiones

En nuestro estudio se encontró un incremento inquietante en la prevalencia de IAAS por KP, así como un importante incremento en los aislamientos de KP BLEE a lo largo de los últimos años, teniendo como consecuencia un reto cada vez mayor para el tratamiento de estas infecciones. El monitoreo continuo de la sensibilidad antimicrobiana acumulada apoyará al médico tratante a tomar la mejor decisión en cuanto al tratamiento de estas enfermedades infecciosas, pues el uso imprudente de las distintas clases disponibles de antibióticos, como son las cefalosporinas y quinolonas, ha hecho que hoy en día varias bacterias se vuelvan resistentes a estas. Por lo tanto, la importancia de realizar cultivos y pruebas de sensibilidad adecuadas antes de utilizar antibióticos de clase superior, como son los carbapenémicos, para evitar el desarrollo de resistencia de

las bacterias contra ellos. Entre las acciones emprendidas por nuestro hospital ante el importante aumento de estas IAAS está la restricción del uso de cafalosporinas (tercera y cuarta generación) y de quinolonas como tratamiento empírico en pacientes con sospecha de IAAS, además de realizar constantes mejoras en la atención de la salud de los pacientes y la promoción de la higiene de manos como medidas para prevenir la propagación de estas bacterias multirresistentes.

Agradecimientos

A la Dra. Esmeralda Campos Aguirre, patóloga clínica adscrita al Banco Central de Sangre CMN SXXI, por su asesoría y continuas revisiones para la publicación de este artículo.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno relacionado con este artículo.

Referencias

1. Effah CY, Sun T, Liu S, et al. *Klebsiella pneumoniae*: An increasing threat to public health. *Ann Clin Microbiol Antimicrob*. 2020;19(1):1-9. doi: 10.1186/S12941-019-0343-8/TABLES/5
2. Bengoechea JA, Sa-Pessoa J. *Klebsiella pneumoniae* infection biology: living to counteract host defenses. *FEMS Microbiol Rev*. 2019;43(2):123-44. doi: 10.1093/femsre/fuy043
3. Sathyavathy K, Madhusudhan BK. Review on Clinical Diseases Caused by *Klebsiella*. *J Pharm Res Int*. 2020;32(21):12-9. doi: 10.9734/jpri/2020/v32i2130745
4. Ahmadi M, Ranjbar R, Behzadi P, et al. Virulence factors, antibiotic resistance patterns, and molecular types of clinical isolates of *Klebsiella pneumoniae*. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2022;20(3):463-72. doi: 10.1080/14787210.2022.1990040
5. Ndiaye I, Bissome-Sambre BA, Farma T, et al. Antibiotic Resistance and Virulence Factors of Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing *Klebsiella pneumoniae* Involved in Healthcare-Associated Infections in Dakar, Senegal. *Arch Microbiol Immunol*. 2023;7:65-75. Disponible en: <http://www.fotunejournals.com/antibiotic-resistance-and-virulence-factors-of-extendedspectrum-betalactamase-producing-klebsiella-pneumoniae-involved-in-healthcar.html>
6. Silva-Sanchez J, Garza-Ramos JU, Reyna-Flores F, et al. Extended-spectrum β -Lactamase-Producing Enterobacteriaceae Causing Nosocomial Infections in Mexico. A Retrospective and Multicenter Study. *Arch Med Res*. 2011;42(2):156-62. doi: 10.1016/J.ARCMED.2011.02.004
7. Bush K. Classification for β -lactamases: historical perspectives. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2023;21(5):513-22. doi: 10.1080/14787210.2023.2194633
8. Camargo-Mendoza JP, Ariza-Rodríguez DE. Risk factors for health care-associated infections by ESBL-producing germs in an intensive care unit of a public hospital in Bogotá D.C., Colombia. *Rev Fac Med (Bogotá)*. 2022;70(4):e200. doi: 10.15446/REVFACMED.V70N4.92755
9. Lutgring JD. Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae: An emerging bacterial threat. *Semin Diagn Pathol*. 2019;36(3):182-6. doi: 10.1053/J.SEMDP.2019.04.011
10. Kohlmann R, Gatermann SG. Analysis and Presentation of Cumulative Antimicrobial Susceptibility Test Data. The Influence of Different Parameters in a Routine Clinical Microbiology Laboratory. *PLoS One*. 2016; 11(1): e0147965. doi: 10.1371/journal.pone.0147965
11. Norma Oficial Mexicana NOM-045-SSA2-2005, Para La Vigilancia Epidemiológica, Prevención y Control de Las Infecciones Nosocomiales [Internet]. Diario Oficial de la Federación; México. 2009 [actualización 2009 11 20]. Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5120943&fecha=20/11/2009#gsc.tab=0
12. Magiorakos AP, Srinivasan A, Carey RB, et al. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect*. 2012;18(3):268-81. doi: 10.1111/J.1469-0691.2011.03570.X
13. Universidad Nacional Autónoma de México. Resistencia Antimicrobiana En México 2017 a 2020. Reporte de Los Hospitales de La Red PUCRA: Resistencia Antimicrobiana y Consumo de Antibióticos. México: Plan Universitario de Control de Resistencia Antimicrobiana; 2022. 38 p. Disponible en: <http://www.puis.unam.mx/divulgacion/docs/reportePUCRA17a20.pdf>
14. Fuentes-González MF, Ahumada-Topete VH. Incremento de resistencias antimicrobianas en bacteriemias. Reporte de un centro de referencia. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2020;58(3):284-91.
15. Denisuik AJ, Karlowsky JA, Adam HJ, et al. Dramatic rise in the proportion of ESBL-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* among clinical isolates identified in Canadian hospital laboratories from 2007 to 2016. *J Antimicrob Chemother*. 2019;74 Suppl 4: iv64-71. doi: 10.1093/JAC/DKZ289
16. Al Bshabshe A, Al-Hakami A, Alshehri B, et al. Rising *Klebsiella pneumoniae* Infections and Its Expanding Drug Resistance in the Intensive Care Unit of a Tertiary Healthcare Hospital, Saudi Arabia. *Cureus*. 2020;12(8):e10060. doi: 10.7759/CUREUS.10060
17. Lai CC, Chen SY, Ko WC, et al. Increased antimicrobial resistance during the COVID-19 pandemic. *Int J Antimicrob Agents*. 2021;57(4):106324. doi: 10.1016/J.IJANTIMICAG.2021.106324
18. Dunn SJ, Connor C, McNally A. The evolution and transmission of multi-drug resistant *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae*: the complexity of clones and plasmids. *Curr Opin Microbiol*. 2019;51:51-6. doi: 10.1016/J.MIB.2019.06.004
19. Padmini N, Ajilda AAK, Sivakumar N, et al. Extended spectrum β -lactamase producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae*: critical tools for antibiotic resistance pattern. *J Basic Microbiol*. 2017;57(6):460-70. doi: 10.1002/JOBM.201700008
20. Huynh BT, Passet V, Rakotondrasoa A, et al. *Klebsiella pneumoniae* carriage in low-income countries: antimicrobial resistance, genomic diversity and risk factors. *Gut Microbes*. 2020;11(5):1287-99. doi: 10.1080/19490976.2020.1748257/SUPPL_FILE/KGMI_A_1748257_SM8065.ZIP
21. Ballén V, Gabasa Y, Ratia C, et al. Antibiotic Resistance and

- Virulence Profiles of Klebsiella pneumoniae Strains Isolated From Different Clinical Sources. *Front Cell Infect Microbiol.* 2021;11:738223. doi: 10.3389/FCIMB.2021.738223/BIBTEX
22. Ashwath P, Deekshit VK, Rohit A, et al. Biofilm Formation and Associated Gene Expression in Multidrug-Resistant Klebsiella pneumoniae Isolated from Clinical Specimens. *Curr Microbiol.* 2022;79(3):1-10. doi: 10.1007/S00284-022-02766-Z/METRICS
 23. Lestari DC, Karuniawati A, Saharman YR, et al. Patients Infected by Extended-Spectrum Beta-Lactamase Producing Klebsiella Pneumoniae: Risk Factors and Outcomes. *eJournal Kedokteran Indonesia.* 2020;8(1):379722. doi: 10.23886/EJKI.8.10427
 24. Vance MK, Cretella DA, Ward LM, et al. Risk Factors for Bloodstream Infections Due to ESBL-Producing Escherichia coli, Klebsiella spp., and Proteus mirabilis. *Pharmacy.* 2023;11(2):74. doi: 10.3390/PHARMACY11020074
 25. Kim YA, Park YS, Kim B, et al. Prevalence and Risk Factors for Extended-Spectrum β -Lactamase-Producing Klebsiella pneumoniae Colonization in Intensive Care Units. *Ann Lab Med.* 2020;40(2):164. doi: 10.3343/ALM.2020.40.2.164
 26. Ghaffarian F, Hedayati M, Ebrahim-Saraie HS, et al. Molecular epidemiology of ESBL-producing Klebsiella pneumoniae isolates in intensive care units of a tertiary care hospital, North of Iran. *Cell Mol Biol.* 2018;64(7):75-9. doi: 10.14715/CMB/2018.64.7.13
 27. Graffunder EM, Preston KE, Evans AM, et al. Risk factors associated with extended-spectrum β -lactamase-producing organisms at a tertiary care hospital. *J Antimicrob Chemother.* 2005;56(1):139-45. doi: 10.1093/JAC/DKI180
 28. Jalal NA, Al-Ghamdi AM, Momenah AM, et al. Prevalence and Antibiogram Pattern of Klebsiella pneumoniae in a Tertiary Care Hospital in Makkah, Saudi Arabia: An 11-Year Experience. *Antibiotics.* 2023;12(1):164. doi: 10.3390/ANTIBIOTICS12010164

Anexo 1 Semáforo de perfil de sensibilidad acumulada de KP BLEE y KP no BLEE por año de aislamiento

Antibiótico	2020		2021		2022		2023	
	KP BLEE	KP no BLEE						
Amikacina	100	100	100	100	100	97	88	94
Ampicilina	0	14	0	6	0	0	0	0
Ampicilina/sulbactam	0	71	9	81	8	89	5	82
Cefalotina	0	100	0	100	0	92	0	91
Cefepima	0	100	0	100	3	100	5	91
Cefotaxima	0	100	0	100	0	97	0	94
Ceftarolina	0	100	0	100	0	100	0	91
Ceftazidima	0	100	0	100	0	100	2	91
Ceftriaxona	0	100	0	100	0	100	2	91
Cefuroxima (oral)	0	86	0	100	0	95	0	91
Cefuroxima (otra)	0	86	0	100	0	95	0	91
Ciprofloxacino	0	57	9	94	16	92	0	85
Ertapenem	100	100	100	100	97	100	93	97
Gentamicina	50	100	45	100	29	92	22	88
Meropenem	100	100	100	100	100	100	90	88
Nitrofurantoina	50	71	0	31	21	38	0	26
Norfloxacina	50	100	64	100	61	100	7	94
Trimetoprim/sulfametoxazol	0	71	18	88	11	89	2	88

Semaforización de sensibilidad antimicrobiana. Sensibilidad acumulada mayor al 90% en color verde, sensibilidad entre 80-89% color amarillo, sensibilidad menor al 80% color rojo