

## Vigilancia de la resistencia bacteriana en unidades de salud de Hermosillo y Ciudad Obregón, Sonora, México

Surveillance of bacterial resistance to antibiotics in health units in Hermosillo and Ciudad Obregón, Sonora, Mexico

**Bolado-Martínez E<sup>1\*</sup>, Valenzuela-Arvizu AS<sup>1</sup>, Álvarez-Ainza ML<sup>1</sup>, Álvarez-Hernández G<sup>2</sup>, Cano-Rangel MA<sup>3</sup>, \*\* Grupo de Vigilancia de la Resistencia Bacteriana en Hospitales Sonora**

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Químico Biológicas, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales, CP 83000, Hermosillo, Sonora, México.

<sup>2</sup> Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Donaldo Colosio y Francisco Q. Salazar S/N, CP 83000, Hermosillo, Sonora México.

<sup>3</sup> Hospital Infantil del Estado de Sonora, Calle de la Reforma 355, CP 83100 Hermosillo, Sonora México.

\*\*Listado completo al final del manuscrito

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue analizar los porcentajes de resistencia a los antibióticos, de bacterias colectadas de unidades de salud (US) en Hermosillo y Ciudad Obregón, Sonora, México. Participaron ocho US de Hermosillo y tres de Ciudad Obregón, nueve pertenecen al sector público y dos al sector privado. Se analizaron los resultados de identificación y drogorresistencia de 15,653 aislamientos en un periodo de un año (2019 - 2020). Posteriormente, se compararon seis unidades de salud de Hermosillo, para los periodos 2014 - 2015 y 2019 - 2020. Las diferencias, entre poblaciones y periodos de tiempo, se obtuvieron mediante chi cuadrada. Durante el periodo 2019 - 2020, los microorganismos más frecuentemente aislados fueron *Escherichia coli* (32.9 %), *Klebsiella pneumoniae* (8.4 %), *Pseudomonas aeruginosa* (7.6 %) y *Staphylococcus aureus* (6.6 %). Se detectaron diferencias en la resistencia a fármacos ampliamente utilizados como cefalosporinas, quinolonas y carbapenémicos, entre las instituciones de Hermosillo y Ciudad Obregón. En seis unidades de salud de Hermosillo, se observó una disminución en los porcentajes de resistencia para la mayoría de los antibióticos ensayados en 2020, respecto a 2015. Se encontraron diferencias significativas en la resistencia a los antibióticos entre los aislamientos clínicos de Hermosillo y Ciudad Obregón, dos ciudades separadas por sólo 252 km.

**Palabras clave:** Resistencia, antibióticos, Instituciones de Salud, Sonora, México.

### ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the antibiotic resistance percentages of bacteria collected from health units (HU) in Hermosillo and Ciudad Obregón, Sonora, Mexico. Eight HU from Hermosillo and three HU from Ciudad Obregón, nine belong to the public sector and two to the private sector. Overall, 15,653 results of identification and drug resistance from clinical bacterial isolates were analyzed for a one-year period (2019 - 2020). Subsequently, a comparative study was carried out for six health units in Hermosillo, for 2014 - 2015 and 2019 - 2020 periods. Differences between

populations and time periods were assessed through the Chi square test, for differences among populations and time periods. Altogether, for the 2019 - 2020 period the most frequently isolated microorganisms were *Escherichia coli* (32.9 %), *Klebsiella pneumoniae* (8.4 %), *Pseudomonas aeruginosa* (7.6 %) and *Staphylococcus aureus* (6.6 %). Different resistance percentages to widely used drugs such as cephalosporins, quinolones and carbapenems were detected. A significant decrease in resistance percentages was observed, in six HU in Hermosillo, for most of the antibiotics tested in 2020, compared to 2015. Significant differences were found in antibiotic resistance between clinical isolates from Hermosillo and Ciudad Obregón, two cities that are separated by only 252 km (156 miles).

**Key words:** Antibiotic resistance, Health institutions, Sonora, Mexico.

### INTRODUCCIÓN

La resistencia a los antimicrobianos representa una amenaza mundial de creciente preocupación para la salud humana, animal y ambiental, lo que ha llevado a la utilización del concepto "una sola salud" (McEwen y Collignon, 2018). Según estimaciones de expertos, para el año 2050 habrá 10 millones de vidas en riesgo anualmente y un costo acumulado de 100 billones de dólares americanos, debido al aumento de infecciones resistentes a los medicamentos si no se aplican soluciones proactivas de inmediato para frenar el incremento en los niveles de resistencia a los antibióticos (O'Neill, 2016). Se han propuesto numerosas recomendaciones, resoluciones e informes, pero se ha avanzado poco (Aslam *et al.*, 2018). En México se han llevado a cabo esfuerzos para afrontar esta problemática, tales como la integración de redes de vigilancia de la resistencia (entre ellas, la Red Hospitalaria de Vigilancia Epidemiológica -RHOVE, SIREVA y GIVEBPVac-Grupo Interinstitucional para la Vigilancia de Enfermedades Bacterianas Prevenibles por Vacunación), Comités de Farmacia y Terapéutica en los Hospitales (COFAT), así como la regulación de la venta de antibióticos sólo con receta médica en farmacias (Ancer *et al.*, 2018). En adición,

\*Autor para correspondencia: Enrique Bolado Martínez  
 Correo electrónico: [enrique.bolado@unison.mx](mailto:enrique.bolado@unison.mx)

**Recibido: 25 de marzo de 2022**

**Aceptado: 6 de junio de 2022**

la naturaleza crítica del laboratorio de microbiología en el diagnóstico de enfermedades infecciosas, exige una relación de trabajo cercana y positiva entre los médicos y los microbiólogos (Miller *et al.*, 2018).

La vigilancia es una herramienta esencial para generar datos que contribuyan al diseño de políticas *ad hoc* y las respuestas de prevención y control de infecciones, y es la piedra angular para evaluar la propagación de la resistencia a los antimicrobianos, e informar y monitorear el impacto de las estrategias locales, nacionales y globales (World Health Organization, 2017).

Existen diferencias entre regiones y países, y dentro de cada uno de ellos, en su capacidad para llevar a cabo la vigilancia de la resistencia a los antimicrobianos. A pesar de que muchos países han hecho progresos considerables en el establecimiento de la vigilancia de la resistencia bacteriana, las limitaciones siguen siendo relacionadas con acceso a nuevas tecnologías y la limitación en los recursos metodológicos y financieros (World Health Organization, 2012).

En México, en el año 2018 se publicó el acuerdo por el que se declaró la obligatoriedad de la Estrategia Nacional de Acción contra la Resistencia a los Antimicrobianos (Ancer *et al.*, 2018). En dicho acuerdo se estipula que "*Las instituciones de educación superior juegan un papel preponderante en la atención a este problema, ya que los médicos y demás trabajadores de la salud, son actores fundamentales para contender con esta situación*". Adicionalmente uno de los resultados esperados de la estrategia nacional es "*Monitorear la susceptibilidad que se tiene con las cepas de circulación en México*".

En Sonora, un estudio previo en seis de las instituciones de salud de Hermosillo, permitió identificar altos porcentajes de resistencia a los antibióticos en los aislamientos de *E. coli*, *K. pneumoniae* y *P. aeruginosa*, durante el periodo 2014-2015 (Bolado-Martínez *et al.*, 2018). Por consiguiente, es necesario fortalecer el trabajo multidisciplinario e interinstitucional para la vigilancia de la resistencia a los antibióticos en instituciones de salud regionales y con ello participar en el abordaje del problema. Por otro lado, en años recientes, el grupo dirigido por la Dra. Elvira Garza ha realizado una vigilancia, en distintos laboratorios de todo el país, a través de la red INVIFAR (Garza-González *et al.*, 2019).

Los objetivos del presente trabajo fueron: (1) analizar los porcentajes de resistencia a los antibióticos, en bacterias recuperadas a partir de muestras clínicas de unidades de salud Hermosillo y Ciudad Obregón, Sonora; y (2) analizar y comparar los porcentajes de resistencia en seis instituciones de salud de la ciudad de Hermosillo, respecto a lo detectado en 2014 - 2015.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron convenios de colaboración con 11 unidades médicas (ocho de Hermosillo y tres de Ciudad Obregón, Sonora, de las cuales nueve pertenecen al sector público y dos al sector privado), que son las ciudades de mayor población en Sonora. Se diseñó un estudio transversal

para identificar y obtener los resultados de susceptibilidad a los antibióticos de las bacterias más frecuentemente aisladas a partir de cualquier muestra clínica, recibida en las áreas de microbiología de los laboratorios clínicos de las unidades de salud participantes. Se empleó un muestreo no probabilístico de aislamientos clínicos consecutivos y no repetitivos del 1 de julio de 2019 al 30 de junio de 2020. La identificación de los microorganismos, así como las pruebas de susceptibilidad a los antibióticos, se realizaron en equipos VITEK® (Biomérieux, Marcy l'Etoile, France; 10 instituciones) o Phoenix Automated Microbiology System® (Becton-Dickinson, Sparks, MD, USA; una institución), de acuerdo con los criterios de interpretación del Instituto de Estándares para el Laboratorio Clínico (CLSI por sus siglas en inglés), (CLSI, 2019). La información fue recolectada de las bases de datos de cada institución y procesada en el software WHONET 2020 ([https://www.who.int/medicines/areas/rational\\_use/AMR\\_WHONET\\_SOFTWARE/en/](https://www.who.int/medicines/areas/rational_use/AMR_WHONET_SOFTWARE/en/)), bajo estrictos procedimientos de confidencialidad. El análisis estadístico se realizó con el software CDC Epi Info, versión 7.2.3.1 para Windows. La significancia estadística de los datos fue analizada utilizando la prueba de chi cuadrada, se consideraron significativos los resultados con un valor de  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

Durante el periodo de estudio, se recuperaron resultados de 15,653 aislamientos bacterianos. Las muestras mayormente procesadas fueron: orina (6,853; 43.8%), sangre (1,367; 8.7%), secreción bronquial (1,024; 6.5%) exudado faríngeo (712; 4.5%), exudado vaginal (709; 4.5%) y herida (707; 4.5%). Respecto a los microorganismos recuperados, el microorganismo aislado con mayor frecuencia fue *Escherichia coli* (5,148; 32.9%), seguido de *Klebsiella pneumoniae* (1,320; 8.4%), *Pseudomonas aeruginosa* (1,192; 7.6%) y *Staphylococcus aureus* (1,028; 6.6%). La mayor proporción de aislamientos clínicos se recuperó de pacientes de consulta externa (40.9%; 6,406), seguidos por los de salas de urgencias (8.9%; 1,386). Las unidades de terapia intensiva (UTI) aportaron 716 (4.6%) aislamientos, 315 procedían de UTI para pacientes adultos y 301 de UTI neonatales.

En la tabla 1 se despliega la comparación de los porcentajes de resistencia de *E. coli* y *K. pneumoniae* en las muestras estudiadas de ambas ciudades. En general, se observaron diferencias significativas, aunque para *E. coli* los porcentajes de resistencia fueron mayores en Ciudad Obregón, excepto para cefepima. Además, fueron notorios los altos porcentajes de resistencia a ciprofloxacina y beta-lactámicos en las dos ciudades, sobre todo considerando que la principal muestra clínica evaluada fue la orina.

También se observaron diferencias en la resistencia a los antibióticos para los aislamientos de *P. aeruginosa* y *S. aureus* (Tabla 2). Un hallazgo relevante en ambas ciudades fueron los elevados porcentajes de resistencia a los carbapenémicos en *P. aeruginosa* y la notable diferencia en el porcentaje de *S. aureus* resistente a meticilina o SARM, con base en los resultados obtenidos para la resistencia a oxacilina.

**Tabla 1.** Porcentajes de resistencia a los antibióticos, para aislamientos clínicos de *E. coli* y *K. pneumoniae*, recuperados en 11 unidades de salud de Hermosillo y Ciudad Obregón, Sonora México.

**Table 1.** Antibiotic resistance percentages for *E. coli* and *K. pneumoniae* clinical isolates, recovered from 11 health institutions in Hermosillo and Ciudad Obregón, Sonora, Mexico

Antibiótico	<i>Escherichia coli</i>				Valor de p
	Hermosillo		Ciudad Obregón		
	Aislamientos	%R	Aislamientos	%R	
Amikacina	3535	1	1282	1	0.239
Ampicilina	3658	68	1282	72	0.005
Ampicilina/Sulbactam	3760	42	1281	42	0.864
Cefepima	3760	13	1283	11	0.025
Cefotaxima	2775	33	1215	39	0.001
Ceftazidima	3316	23	1217	28	0.002
Ceftriaxona	3761	33	1282	38	< 0.001
Cefuroxima	2765	34	1214	40	0.002
Cefuroxima axetil	2776	34	1214	40	0.002
Ciprofloxacina	3759	51	1283	62	< 0.001
Ertapenem	3755	1	1282	1	0.215
Fosfomicina	2344	2	1217	4	< 0.001
Gentamicina	3762	25	1282	30	0.003
Meropenem	3753	1	1276	0	0.015
Nitrofurantoína	3219	8	1280	9	0.383
Trimetoprim/ Sulfametoxazol	3653	48	1273	55	< 0.001
Antibiótico	<i>Klebsiella pneumoniae</i>				Valor de p
	Hermosillo		Ciudad Obregón		
	Aislamientos	%R	Aislamientos	%R	
Amikacina	893	4	389	4	1.000
Ampicilina/Sulbactam	911	34	389	48	< 0.001
Cefepima	911	14	389	15	0.409
Cefotaxima	699	31	381	47	< 0.001
Ceftazidima	837	22	381	31	0.002
Ceftriaxona	911	31	389	47	< 0.001
Cefuroxima	698	34	381	51	< 0.001
Cefuroxima axetil	698	34	381	51	< 0.001
Ciprofloxacina	911	34	388	51	< 0.001
Ertapenem	911	3	389	6	< 0.001
Gentamicina	910	18	389	36	< 0.001
Meropenem	908	2	388	5	0.005
Nitrofurantoína	772	21	389	29	0.001
Trimetoprim/ Sulfametoxazol	879	38	388	45	0.016

**Tabla 2.** Porcentajes de resistencia a los antibióticos, para aislamientos clínicos de *P. aeruginosa*, y *S. aureus*, recuperados en 11 unidades de salud de Hermosillo y Ciudad Obregón, Sonora México.

**Table 2.** Antibiotic resistance percentages for *P. aeruginosa* and *S. aureus* clinical isolates, recovered from 11 health institutions in Hermosillo and Ciudad Obregón, Sonora, Mexico.

Antibiótico	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				Valor de p
	Hermosillo		Ciudad Obregón		
	Aislamientos	%R	Aislamientos	%R	
Amikacina	885	21	276	32	0.001
Cefepima	889	19	280	31	< 0.001
Ceftazidime	854	23	271	35	< 0.001
Ciprofloxacina	890	30	279	41	0.001
Gentamicina	886	14	276	21	0.008
Meropenem	884	34	277	38	0.144
Antibiótico	<i>Staphylococcus aureus</i>				Valor de p
	Hermosillo		Ciudad Obregón		
	Aislamientos	%R	Aislamientos	%R	
Ciprofloxacina	799	9	217	26	< 0.001
Clindamicina	799	21	215	33	< 0.001
Daptomicina*	750	6	213	7	0.748
Doxiciclina	659	2	213	1	0.770
Eritromicina	799	20	217	33	< 0.001
Gentamicina	798	6	217	8	0.336
Levofloxacina	710	7	217	26	< 0.001
Linezolid	799	2	217	2	0.752
Moxifloxacina	710	6	217	24	< 0.001
Nitrofurantoína	799	1	217	1	0.748
Oxacilina	798	17	216	29	< 0.001
Tetraciclina	710	5	216	4	0.572
Trimetoprim/ Sulfametoxazol	799	3	217	7	0.019

\* Para daptomicina, el resultado se interpreta como no susceptible.

Durante el periodo comprendido entre 01 de julio de 2014 y el 30 de junio de 2015 se realizó un estudio de vigilancia en seis de las 11 instituciones del estudio (Bolado-Martínez *et al.*, 2018), dichos resultados fueron comparados con los de la presente investigación. Los resultados se muestran en las Tablas 3 y 4, en general, se observó que existe una disminución significativa en los porcentajes de resistencia a la mayoría de los antibióticos, con excepción de gentamicina para *E. coli*, ciprofloxacina para *K. pneumoniae* y moxifloxacina para *S. aureus*.

## DISCUSIÓN

A pesar de que Hermosillo y Ciudad Obregón se encuentran a una distancia de 252 km entre sí, se observaron diferencias significativas en los porcentajes de resistencia a los antibióticos en las principales bacterias recuperadas de

muestras clínicas humanas. Esto refuerza la observación de la Organización Mundial de la Salud respecto a que la vigilancia es una herramienta esencial para generar datos que contribuyan al diseño de políticas y estrategias locales, nacionales y globales (World Health Organization, 2017).

En el presente estudio, hubo un menor porcentaje de muestras resistentes de *Escherichia coli*, excepto para ciprofloxacina, que reportes previos en México (Miranda-Novales *et al.*, 2020). Esto no se apreció con respecto a trimetoprim con sulfametoxazol y aminoglucósidos, pues los hallazgos de este trabajo son semejantes a los de la red mexicana INVIFAR; en tanto para los beta-lactámicos (excepto carbapenémicos), se encontraron menores proporciones de resistencia que las reportadas por Garza-González y colaboradores (2019). A nivel mundial, el reporte del año 2021 del sistema GLASS (Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System) incluyó el análisis de entre 748,780 y 1'961,032 aislamientos

**Tabla 3.** Porcentajes de resistencia a los antibióticos, para aislamientos clínicos de *E. coli* y *K. pneumoniae*, recuperados en seis unidades de salud de Hermosillo, Sonora México, durante los periodos 2014-2015 y 2019-2020.

**Table 3.** Antibiotic resistance percentages for *E. coli* and *K. pneumoniae* clinical isolates, recovered from six health institutions in Hermosillo, Sonora, Mexico, during 2014-2015 and 2019-2020.

Antibiótico	<i>Escherichia coli</i>				Valor de <i>p</i>
	2014 - 2015		2019 - 2020		
	Aislamientos	%R	Aislamientos	%R	
Amikacina	2845	1	2330	1	0.346
Ampicilina	2854	71	2454	66	0.001
Ampicilina/Sulbactam	2841	43	2556	41	0.244
Cefepima	2827	27	2557	11	< 0.001
Cefotaxima	747	33	1141	26	0.003
Ceftazidima	759	30	1241	19	0.000
Ceftriaxona	1173	29	2557	30	0.300
Cefuroxima	800	42	1141	27	< 0.001
Ciprofloxacina	2852	45	2556	48	0.092
Ertapenem	2244	1	1548	1	0.258
Gentamicina	2857	22	2558	25	0.014
Meropenem	2520	1.4	2550	0.5	0.002
Nitrofurantoína	2515	9	2441	9	0.898
Trimetoprim/ Sulfametoxazol	2848	50	2448	47	0.021

  

Antibiótico	<i>Klebsiella pneumoniae</i>				Valor de <i>p</i>
	2014 - 2015		2019 - 2020		
	Aislamientos	%R	Aislamientos	%R	
Amikacina	490	3	567	5	0.090
Ampicilina/Sulbactam	517	35	585	31	0.237
Cefepima	505	25	585	12	< 0.001
Cefotaxima	165	25	284	16	0.024
Ceftazidima	170	24	313	13	0.003
Ceftriaxona	514	27	585	29	0.534
Cefuroxima	154	39	284	20	< 0.001
Ciprofloxacina	519	14	585	31	< 0.001
Ertapenem	357	3	328	0	0.022
Gentamicina	521	19	584	11	0.001
Meropenem	464	4	582	2	0.050
Nitrofurantoína	417	22	517	18	0.155
Trimetoprim/ Sulfametoxazol	506	30	554	35	0.074

**Tabla 4.** Porcentajes de resistencia a los antibióticos, para aislamientos clínicos de *P. aeruginosa*, y *S. aureus*, recuperados en seis unidades de salud de Hermosillo, Sonora México, durante los periodos 2014-2015 y 2019-2020.

**Table 4.** Antibiotic resistance percentages for *P. aeruginosa* and *S. aureus* clinical isolates, recovered from six health institutions in Hermosillo, Sonora, Mexico, during 2014-2015 and 2019-2020.

Antibiótico	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				Valor de p
	2014 - 2015		2019 - 2020		
	Aislamientos	%R	Aislamientos	%R	
Amikacina	468	37	510	26	< 0.001
Cefepima	467	37	515	21	< 0.001
Ceftazidime	131	64	254	19	< 0.001
Ciprofloxacina	470	43	515	30	< 0.001
Gentamicina	471	29	512	13	< 0.001
Meropenem	455	39	510	36	0.40
Antibiótico	<i>Staphylococcus aureus</i>				Valor de p
	2014 - 2015		2019 - 2020		
	Aislamientos	%R	Aislamientos	%R	
Ciprofloxacina	956	12	522	8	0.012
Clindamicina	928	29	522	20	< 0.001
Daptomicina*	204	12	321	7	0.069
Eritromicina	831	24	522	21	0.185
Gentamicina	944	4	521	5	0.573
Levofloxacina	960	10	522	8	0.308
Linezolid	929	2	522	2	0.818
Moxifloxacina	840	4	522	7	0.012
Nitrofurantoína	783	2	483	2	0.455
Oxacilina	952	12	521	16	0.064
Tetraciclina	955	8	522	6	0.111
Trimetoprim/ Sulfametoxazol	945	8	522	2	< 0.001

\* Para daptomicina, el resultado se interpreta como no susceptible.

de *E. coli* procedentes de muestras urinarias y los resultados son consistentes con nuestros hallazgos con respecto a beta-lactámicos y ciprofloxacina (World Health Organization, 2021).

En el presente trabajo se encontró consistencia en los resultados obtenidos para *Klebsiella pneumoniae*, y los de la red UNCAR (Miranda-Navales *et al.*, 2020), de hecho, los valores máximos en Ciudad Obregón son próximos a la media nacional. No obstante, los resultados de las 11 unidades médicas evaluadas son considerablemente inferiores para cefepima, nitrofurantoína y trimetoprim con sulfametoxazol. El porcentaje de resistencia para cefepima también es inferior al reportado por la red INVIFAR (Garza-González *et al.*, 2019), aunque hay consistencia para el resto de los antibióticos evaluados. Los resultados de resistencia para *K. pneumoniae* también coinciden, en los límites inferiores para Hermosillo y en la región media para Ciudad Obregón con lo encontrado en aislamientos clínicos de vías urinarias de más

de 25 países (World Health Organization, 2021), no obstante, una diferencia notable con el reporte de GLASS, radica en el hecho de que la resistencia para cefepima es mucho menor en Hermosillo y Ciudad Obregón.

Exactamente lo opuesto se detectó para *Pseudomonas aeruginosa*. En el presente estudio se observó una mayor proporción de aislamientos resistentes para amikacina y ciprofloxacina que las documentadas por la red UNCAR (Miranda-Navales *et al.*, 2020) y valores discretamente superiores para estos mismos antibióticos a los de la red INVIFAR (Garza-González *et al.*, 2019). Adicionalmente los porcentajes de resistencia para cefepima, ciprofloxacina y meropenem, fueron más elevadas en el presente trabajo que los obtenidos en el resto del país (Garza-González *et al.*, 2019). Es importante mencionar que los carbapenémicos, como meropenem, se consideran antibióticos de último recurso en el manejo terapéutico de pacientes con infecciones causadas por bacterias multidrogosresistentes (Dong *et al.*, 2020).

En el caso de *Staphylococcus aureus*, se identificaron valores de resistencia significativamente más elevados en Ciudad Obregón. Las cifras reportadas por las redes nacionales UNCAR e INVIFAR (Garza-González *et al.*, 2019; Miranda-Navales *et al.*, 2020) coinciden con las observadas en Ciudad Obregón, excepto para oxacilina, lo que sugiere la presencia de un mayor número de aislamientos de *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (SARM) en esta localidad que en Hermosillo y en otras regiones del país. Es importante destacar que todas las unidades de salud participantes atienden a diferentes poblaciones y en algunas instituciones se encuentran pacientes que han recibido múltiples esquemas con antibióticos. La preocupación por estos resultados, radica en el hecho de que está bien documentado que los aislamientos de SARM frecuentemente presentan porcentajes de resistencia a múltiples antibióticos (Yao *et al.*, 2021).

En lo que respecta al estudio comparativo entre 2014-2015 y 2019-2020, para seis unidades de salud de Hermosillo, la disminución significativa en los porcentajes de resistencia a la mayoría de los antibióticos, podría explicarse de distintas maneras. En primer lugar, los resultados del estudio previo (2014-2015), así como observaciones y recomendaciones, se entregaron a cada unidad de salud participante, lo que permitió realizar ajustes en procedimientos metodológicos en el área de microbiología que pueden dar origen a falsos resultados de resistencia, algunos tan sencillos como la no inclusión de cepas ATCC para control de calidad, un problema bastante generalizado en los laboratorios clínicos (Nassar *et al.*, 2019).

Otra posibilidad, que pudo llevarse a cabo simultáneamente con lo anteriormente mencionado, es que los resultados obtenidos y compartidos con las unidades de salud que participaron en el primer estudio (2014-2015), llevaron a la mejor utilización y un uso racional de antibióticos en estas instituciones, como ha sido previamente demostrado (Yao *et al.*, 2020), aunque no se puede concluir al respecto pues, en el presente estudio no se evaluaron aspectos relacionados con la práctica clínica, algo que se recomienda en el futuro inmediato.

## CONCLUSIONES

Los hallazgos del presente estudio documentan que hay un patrón diferenciado de resistencia a los antibióticos en las bacterias más frecuentemente recuperadas de muestras clínicas en Hermosillo y Ciudad Obregón, lo que pudiera tener relevancia clínica para médicos tratantes en los sitios estudiados. Por otro lado, es posible que la actualización del personal de las unidades de salud, permita un mejor desempeño de las pruebas para evaluar la resistencia a los antibióticos. Finalmente, se requieren investigaciones adicionales que incluyan más unidades médicas de estas ciudades, así como de otras regiones geográficas del Estado.

## \*\*Grupo de Vigilancia de la Resistencia Bacteriana en Hospitales Sonora

Dr. Enrique Bolado-Martínez, Dra. Idania Emedith Quintero Reyes, Dr. Ricardo Serrano-Osuna, MC Jesús Abraham Aguilar-Campos, QBC Karina Ayala-Castro, QFB Clarissa Gabriela Gutierrez-Cavada, QBC María Zulema Arenas-Ochoa, QB Cecilia Padilla Ibarra, QB Federico Félix Mendivil, QB Nataly Vanessa Ruvalcaba Garfías, QB Verónica Franco Madrid, QB Leonor Hilda Sanabia Ruiz, QBC Princess Janeth Ramos Enríquez, QFB Sandra Miranda Mauricio, QFB Dulce María López López, QBC Geovanna Itzel Quijada Acosta, QBC Alma Yahaira Meza Morales, MGS Alma Denia López Vázquez, MGS Lizbeth Soraya Duarte Miranda, MC Alejandro Molina Chavarría, QB Juan de Dios Castañeda Duarte, MGS Clara Guadalupe Castro Sánchez, QB Luz Elena Aganza Ballesteros, QB Tadeo Jazael Rene Ponce Galaz, MC Irma Elena Barroso Herrera y Cairo, QB Rode García Robles, QBC Oddry Guadalupe Euan Berrelleza, QBC René Andrade León, QBC Adán Zamora Cadena, QB Yolanda Alicia López Olivas, QB Samuel Pavel Escalante Armenta, QB Manuel L. Rodríguez Vega, QB Coral Lilián Murrieta Covarrubias, QB Pedro Quirarte Anaya, QB Ernesto Pérez Olivas, QB Diana Guadalupe Robles Belducea, MGS Gloria Martina Tarazón Noriega, QB Ana Dolores Quintero Grijalva, QB Cruz Griselda López López, QB Flor Amelia Tarazón Terán, Dra. Mónica Lozano Garcidueñas, QB Ana Margarita Durón Ramos, QB Elías Adalberto Sánchez Camarena, QB Margarita Acuña de la Vara.

## REFERENCIAS

- Ancer, R.J., Galindo, S.R.M., Morales, A.J., Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Politécnico Nacional, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Academia Nacional de Medicina de México, Academia Mexicana de Cirugía, Academia Mexicana de Ciencias. 2018. Acuerdo por el que se declara la obligatoriedad de la Estrategia Nacional de Acción contra la Resistencia a los Antimicrobianos. Diario Oficial de la Federación 05/06/2018. México.
- Aslam, B., Wang, W., Arshad, M.I., Khurshid, M., Muzammil, S., Rasool, M.H., Nisar, M.A., Alvi, R.F., Aslam, M.A., Qamar, M.U., Salamat, M.K.F. y Baloch, Z. 2018. Antibiotic resistance: a rundown of a global crisis. *Infection and Drug Resistance*. 11: 1645-1658.
- Bolado-Martínez, E., Nevárez-López, A.R., Candia-Plata, M.C., Grupo de Vigilancia de la Resistencia Bacteriana en Hospitales de la Ciudad de Hermosillo, Sonora. 2018. Vigilancia de la resistencia bacteriana en instituciones de salud de la ciudad de Hermosillo, Sonora, México. *Salud Pública de México*. 60(2): 117-119.
- CLSI. 2019. M100 Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. 29<sup>th</sup> Edition. CLSI document M100-S29 2019. Clinical and Laboratory Standards Institute. Wayne, PA, USA.
- Dong, L.T., Espinoza, H.V., Espinoza, J.L. 2020. Emerging superbugs: The threat of Carbapenem Resistant *Enterobacteriaceae*. *AIMS Microbiology*. 6(3):176-182.
- Garza-González, E., Morfín-Otero, R., Mendoza-Olazarán, S., Bocanegra-Ibarias, P., Flores-Treviño, S., Rodríguez-Noriega, E., Ponce-de-León, A., Sanchez-Francia, D., Franco-Cendejas,

- R., Arroyo-Escalante, S., Velázquez-Acosta, C., Rojas-Larios, F., Quintanilla, L.J., Maldonado-Anicacio, J.Y., Martínez-Miranda, R., Ostos-Cantú, H.L., Gomez-Choel, A., Jaime-Sanchez, J.L., Avilés-Benítez, L.K., Feliciano-Guzmán, J.M., Peña-López, C.D., Couoh-May, C.A., Molina-Jaimes, A., Vázquez-Narvaez, E.G., Rincón-Zuno, J., Rivera-Garay, R., Galindo-Espinoza, A., Martínez-Ramírez, A., Mora, J.P., Corte-Rojas, R.E., López-Ovilla, I., Monroy-Colin, V.A., Barajas-Magallón, J.M., Morales-De-la-Peña, C.T., Aguirre-Burciaga, E., Coronado-Ramírez, M., Rosales-García, A.A., Ayala-Tarín, M.D., Sida-Rodríguez, S., Pérez-Vega, B.A., Navarro-Rodríguez, A., Juárez-Velázquez, G.E., Cetina-Umaña, C.M., Mena-Ramírez, J.P., Canizales-Oviedo, J., Moreno-Méndez, M.I., Romero-Romero, D., Arévalo-Mejía, A., Cobos-Canul, D.I., Aguilar-Orozco, G., Silva-Sánchez, J., Camacho-Ortiz, A. 2019. A snapshot of antimicrobial resistance in Mexico. Results from 47 centers from 20 states during a six-month period. *PLoS One*. 14(3): e0209865.
- McEwen, S.A. y Collignon, P.J. 2018. Antimicrobial resistance: a one health perspective. *Microbiology Spectrum* 2018. 6(2): ARBA-0009-2017.
- Miller, J.M., Binnicker, M.J., Campbell, S., Carroll, K.C., Chapin, K.C., Gilligan, P.H., Gonzalez, M.D., Jerris, R.C., Kehl, S.C., Patel, R., Pritt, B.S., Richter, S.S., Robinson-Dunn, B., Schwartzman, J.D., Snyder, J.W., Telford, S. 3rd, Theel, E.S., Thomson, R.B. Jr, Weinstein, M.P. y Yao, J.D. 2018. A guide to utilization of the microbiology laboratory for diagnosis of infectious diseases: 2018 update by the Infectious Diseases Society of America and the American Society for Microbiology. *Clinical Infectious Diseases*. 67(6): 813-816.
- Miranda-Navales, M.G., Flores-Moreno, K., López-Vidal, Y., Rodríguez-Álvarez, M., Solórzano-Santos, F., Soto-Hernández, J.L., Ponce de León-Rosales, S., UNCAR Network. 2020. Antimicrobial resistance and antibiotic consumption in Mexican hospitals. *Salud Pública de México*. 62(1): 42-49.
- Nassar, M.S.M., Hazzah, W.A., Bakr, W.M.K. 2019. Evaluation of antibiotic susceptibility test results: how guilty a laboratory could be? *The Journal of the Egyptian Public Health Association*. 94(1): 4.
- O'Neill, J. 2016. Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations. The review on antimicrobial resistance. UK
- World Health Organization. 2012. The evolving threat of antimicrobial resistance – Introduction. En: *The evolving threat of antimicrobial resistance. Options for action*. pp 1-10. Geneva, Switzerland.
- World Health Organization. 2017. Global antimicrobial resistance surveillance system (GLASS) report. Early implementation 2016-2017. Geneva, Switzerland.
- World Health Organization. 2021. Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS) Report. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
- Yao, C.J., Li, Y.L., Pu, M.J., Luo, L.H., Xiong, Q., Xie, F.J., Li, T.L., Feng, P.M. 2021. Aminoglycosides with anti-MRSA Activity: a concise review. *Current Topics in Medicinal Chemistry*. 21(27): 2483-2499.
- Yao, L., Yin, J., Huo, R., Yang, D., Shen, L., Wen, S., Sun, Q. 2020. The effects of the primary health care providers' prescription behavior interventions to improve the rational use of antibiotics: a systematic review. *Global Health Research and Policy*. 5: 45.